

Teknillinen korkeakoulu

Rakennus- ja maanmittaustekniikan osasto  
Geodesian ja kartografian laboratorio

Petri Takala

## Valtakunnanlaajuisen paikkatietokannan perustaminen

Diplomityö, joka on jätetty  
opinnäytteenä tarkastettavaksi  
diplomi-insinöörin tutkintoa  
varten Espoossa 21. päivänä  
marraskuuta 1995

Työn valvoja  
Työn ohjaaja

Apulaisprofessori Kirsi Artimo  
Diplomi-insinööri Jorma Marttinen



Teknillinen korkeakoulu

DIPLOMITYÖN TIIVISTELMÄ

<b>Tekijä ja työn nimi</b>	Petri Takala Valtakunnanlaajuisen paikkatietokannan perustaminen
<b>Päivämäärä</b>	21.11.1995
<b>Osasto</b> Rakennus- ja maanmittaustekniikan osasto	<b>Professuuri</b> Maa-6 Kartografia
Työn valvoja Työn ohjaaja	Apulaisprofessori Kirsi Artimo DI Jorma Marttinen
<p>Tässä diplomityössä kuvataan Maanmittauslaitoksen vuosina 1991-1992 tekemä Tiekanta-koeprojekti sekä sen seurauksena ja siitä tehtyjen johtopäätösten perusteella tehty Tie<sup>2</sup>-projekti, jossa toteutettiin valtakunnanlaajuisen tietietokannan tiedonkeruu ja tuotteistaminen. Yleisempänä tavoitteena diplomityöllä on kuvata hajautetulla organisaatiolla toteutettua valtakunnanlaajuisen paikkatietokannan tiedonkeruuprosessia, sen problematiikkaa sekä sen aikaansaamiseksi vaadittua esityötä.</p> <p>Diplomityön teoriaosassa kuvaillaan työssä sovelletun case-tutkimusmenetelmän periaatteet sekä esitellään sen heikkoudet ja vahvuudet. Lisäksi perustellaan tutkimusmenetelmän soveltuvuus tämän työn tekemiseen.</p> <p>Paikkatietojärjestelmiä käsitellään ensin tieverkkotietokannan osalta ja sitten yleisemmin. Tieverkkotietokannan potentiaalisten käyttäjien asettamat vaatimukset tieverkkotietokannalle sekä numeerisen tieverkkoaineiston eri käyttömahdollisuudet esitetään. Paikkatietojärjestelmien sidosryhmät ja käyttöönotto, paikkatiedon komponentit sekä paikkatietoon liittyviä taloudellisia näkökohtia käydään läpi.</p> <p>Diplomityön tutkimusosassa käsitellään maanmittauslaitoksen tietietokannan syntyvaiheet kronologisesti Tiekanta-koeprojektin asettamisesta tietietokannan tiedonkeruun ensimmäisen kierroksen valmistumiseen, aineiston tuotteistamiseen ja syksyn 1995 tilanteen kuvaukseen.</p> <p>Referenssinä Tiekanta-projektille kuvataan lyhyesti kaksi muuta vastaavan laajuista tieverkkotietokantaa, Norjassa toteutettu Vbase sekä Karttakeskuksen Suomen Tiestö.</p> <p>Lopuksi esitetään tekijän neljän vuoden aikana hankkimaan kokemukseen ja näkemykseen perustuvia johtopäätöksiä ja toimenpidesuosituksia, jotka muodostavat diplomityön varsinaisen tulososan.</p>	
<b>Avainsanat:</b>	<b>Kieli:</b>
Numeerinen tieverkkotietokanta, Tiedonkeruu	Suomi



Helsinki University of Technology

ABSTRACT OF A MASTER'S  
THESIS

<b>The author and the name of the thesis</b>	Petri Takala The Establishing of a Nationwide Geographic Database
<b>Date</b>	21.11.1995
<b>Department</b> Department of Civil Engineering and Surveying	<b>Professorship</b> Maa-6 Cartography
<b>Supervisor</b> <b>Instructor</b>	Associate Professor Kirsi Artimo M.Sc. Jorma Marttinen
<p>In this master's thesis is described the process of establishing a nationwide geographic database, the case being Tiekananta (Road Database) - project conducted by the National Land Survey in Finland. The more general objective is to describe the problems in a nationwide data collection process carried out with a spread-out organization.</p> <p>In the theoretic part of this master's thesis the applied research methodology, Case Study methodology, is described. It's principles, weaknesses and strongnesses are described as well as its suitability for this master's thesis.</p> <p>Geographic information systems are first dealt with focusing on digital road databases and second on a more general level. The demands set by the potential users of digital road data are described as well as the different potential uses of road data. The core groups of GIS activity, implementing a GIS, components of spatial data and some economical issues about spatial data are discussed.</p> <p>In the research part of this master's thesis the phases of the establishing of the Finnish road database are discussed in a chronological order, starting with the setting up of the pilot project and ending with the Autumn 1995 status of the database. As a reference to the project two other nation-wide road databases are shortly described, one being the VBASE by the Norwegian Mapping Authority and the other being Suomen Tiestö by Karttakeskus.</p> <p>Conclusions and recommendations are given based on the writer's personal experience acquired in four years of time. This part can be seen as the results of this master's thesis.</p>	
<b>Key words:</b>	<b>Language:</b>
Digital Road Database, Data Collection	Finnish



# Sisällysluettelo

<b>ALKULAUSE.....</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO.....</b>	<b>7</b>
<b>2 KÄYTETTYJEN TERMIEJEN JA LYHENTEIDEN SELITYKSIÄ.....</b>	<b>9</b>
<b>3 TAUSTAA.....</b>	<b>11</b>
3.1 ORGANISAATIO.....	12
<b>4 TUTKIMUSMENETELMÄSTÄ.....</b>	<b>13</b>
4.1 CASE-TUTKIMUSMENETELMÄN MÄÄRITTELY .....	13
4.2 KVALITATIIVINEN JA KVANTTITATIIVINEN TUTKIMUS.....	14
4.3 CASE-TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN.....	15
4.4 CASE-TUTKIMUSMENETELMÄN VAHVAT PUOLET .....	17
4.5 CASE-TUTKIMUSMENETELMÄN HEIKKOUKSIA .....	18
4.6 CASE-TUTKIMUSMENETELMÄN SOVELTUMINEN TIEKANTA-PROJEKTIN KUVAAMISEEN .....	18
<b>5 TIEVERKKOTIETOKANTA .....</b>	<b>20</b>
5.1 YLEISTÄ.....	20
5.2 TIEVERKKOTIETOKANNAN KÄYTTÄJIEN ASETTAMAT VAATIMUKSET TIEVERKKOTIETOKANNALLE.....	21
5.3 TIEVERKKOTIETOKANTA KARTANVALMISTUKSEN VÄLINEENÄ .....	22
5.4 TIEVERKKOTIETOKANTA AJONEUVONAVIGOINNIN JA KULJETUSTEN OPTIMOINNIN .....	23
<b>6 PAIKKATIEJOJÄRJESTELMÄT.....</b>	<b>27</b>
6.1 YLEISTÄ.....	27
6.2 PAIKKATIEJOJÄRJESTELMIEN AKTIIVISIMMAT SIDOSRYHMÄT .....	27
6.2.1 Kartografia ja paikkatietojärjestelmät.....	28
6.2.2 Geodesia ja paikkatietojärjestelmät .....	28
6.2.3 Kaukokartoitus ja paikkatietojärjestelmät .....	29
6.2.4 Tieteellinen tutkimus ja paikkatietojärjestelmät.....	29
6.3 PAIKKATIEJOJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO.....	30
6.4 PAIKKATIEDON KOMPONENTIT.....	31
6.5 PAIKKATIEJOON LIITTYVIÄ TALOUDELLISIA NÄKÖKOHTIA.....	32
<b>7 TIEKANTA-KOEPROJEKTI.....</b>	<b>34</b>
7.1 KUVARUUTUDIGITOINTI TIEKANNAN PERUSTAMISESSA.....	34
7.1.1 Tielaitoksen tienumerokartan tienumeroinnin liittäminen peruskartoilta digitoituun tieaineistoon .....	35
7.2 STEREOKARTOITUS TIEKANTA-KOEPROJEKTISSA .....	36
7.3 DIFFERENTIAALINEN GPS-MITTAUS TIEKANNAN PERUSTAMISESSA.....	37
7.4 SATELLIITTIKUVAT TIEKANNAN PERUSTAMISESSA .....	38
7.5 PÖYTÄDIGITOINTI.....	39
7.6 YHTEENVETO .....	40
7.7 TYÖNTEKIJÖIDEN KOULUTTAMINEN .....	41
<b>8 TIEKANNAN KÄYTTÖÖNOTTO JA AJANTASAISTUS .....</b>	<b>42</b>
8.1 TIELAITOKSEN TIET.....	42
8.2 KUNTIEN AINEISTOT .....	42
8.3 METSÄTIET .....	43
8.4 MUUT TIET .....	43
8.5 ILMA- JA SATELLIITTIKUVAT.....	44



8.6 TIETOKANNAN YLLÄPITO .....	45
8.7 TIETOLÄHTEET .....	45
<b>9 TIEKANTA-KOEPROJEKTIN TULOKSET JA PERUSTAMISEN ORGANISOINTI.</b>	<b>46</b>
9.1 KARTTADIGITOINTI .....	46
9.2 AJANTASALLEPANO .....	46
9.3 YLLÄPIDON ORGANISOINTI .....	47
9.4 MARKKINOINTIORGANISAATIO .....	47
<b>10 TIE<sup>2</sup>, TIEKANTA-KOEPROJEKTIN JATKOPROJEKTI.</b>	<b>49</b>
10.1 TAUSTAA .....	49
10.2 TIE <sup>2</sup> -TIEDONKERUU .....	50
10.3 TIEVERKON RAKENNE .....	50
10.4 TIEDONKERUUN ORGANISOINTI .....	52
10.5 TIE <sup>2</sup> -PROJEKTIN TAVOITTEIDEN TOTEUTUMINEN .....	53
10.6 AIKATAULUN TOTEUTUMINEN .....	54
<b>11 TIESTÖN PALVELUTIETOKANTA.</b>	<b>58</b>
11.1 SOVELLUSYMPÄRISTÖ .....	59
11.2 TIETOKANTARAKENNE .....	59
11.3 YHTEYDET MUIHIN TIETOJÄRJESTELMIIN .....	59
11.4 NYKYTILANNE .....	62
<b>12 MUITA VALTAKUNNANLAAJUISIA TIEVERKKOTIETOKANTOJA.</b>	<b>63</b>
12.1 VBASE, NORJAN NATIONAL DIGITAL VEGDATABASE .....	64
12.2 KARTTAKESKUKSEN SUOMEN TIESTÖ .....	65
<b>13 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ JA TOIMENPIDESUOSITUKSIA.</b>	<b>66</b>
<b>14 YHTEENVETO .....</b>	<b>68</b>
 <b>LÄHDELUETTELO.....</b>	 <b>70</b>
<b>LIITELUETTELO.....</b>	<b>71</b>

## Alkulause

Jokohan se nyt olisi valmis. Kun on tehnyt diplomityötään yli neljän vuoden aikana vaihtelevalla tehokkuudella, sen päästäminen käsistä tuntuu jotenkin lopulliselta ja vaikealta. Tuntuu, että vielä pitäisi jotain hioa ja tarkistaa, ehkä lisätä kuva sinne ja liite tuonne. Miltähän mahtaa tuntua, kun esikoinen on lähdössä kotoa?

Tulin keväällä 1991 maanmittaushallituksen maanmittausharjoittelijaksi, tarkoituksena oli tehdä noin puolen vuoden aikana diplomityö Tiekanta-koeprojektiin liittyen. Aika kuitenkin kului, ja työnteko tuntui houkuttelevammalta kuin diplomityön tekeminen. Työsuhdekin jatkui, samoin kuin Tiekanta-projekti.

Kun sitten otin diplomityön tosimelessä uudelleen työn alle alkukesällä 1995, oli maanmittauslaitoksen tieverkkotietokannan perustamisprojektissa tapahtunut paljon, ja muutin lähestymistapaa alkuperäisestä. Otin tarkastelun kohteeksi koko valtakunnanlaajuisen tieverkkotietokannan perustamisen sekä otin mukaan tutkimusmetodologista näkökulmaa. Työstä tuli varmasti parempi kuin siitä alkuperäisessä muodossaan olisi tullut, ja toivon sen palvelevan tulevia vastaavia projekteja.

Esitän lämpimän kiitoksen työni valvojalle apulaisprofessori Kirsi Artimolle sekä ohjaajalleni DI Jorma Marttiselle pitkämielisyydestä ja kärsivällisyydestä. En tiedä, menettivätkö he uskonsa diplomityöni valmistumiseen missään vaiheessa, mutta ainakaan he eivät sitä näyttäneet.

Esimiestäni yli-insinööri Antti Jakobssonin sekä maanmittauslaitoksen maastotietokeskuksen johtoa kiitän joustavuudesta, jota ilman tuskin olisin päässyt alkua pitemmälle opintojeni loppuun saattamisessa.

Jorvin sairaalan kirurgista osaamista kiittäisin selästäni luiskahtaneen välilevyn menestyksellisestä operoimisesta.

Vanhempiani kiitän tuesta ja avusta ennen ja jälkeen selkäleikkauksen. Ilman sitä apua työn valmistuminen ei olisi vielä ajankohtainen asia.

Vaimolleni Minnalle osoitan myös suuren kiitoksen kärsivällisyydestä. Hän ei ole pitänyt omia valmistujaisiaan vielä, vaikka valmistui yli kaksi vuotta sitten, koska sovimme pitävämme yhteiset sitten kun minä valmistun. Lisäksi hän on ollut korvaamaton innostaja ja neuvonantaja työhöni liittyvissä tutkimusmetodologisissa kysymyksissä.

Poikamme Tomi on muuten vaan hieno mies.

Kirkkonummella 20.11.1995

  
Petri Takala



## 1 Johdanto

Tämä kartografian diplomityö on tehty Teknillisen korkeakoulun Rakennus- ja maanmittaustekniikan osastolla, maanmittaustekniikan laitoksella, geodesian ja kartografian laboratoriossa. Työn tarkoituksena on kuvata Maanmittaushallituksen vuonna 1991-1992 tekemä Tiekanta-koeprojekti sekä sen seurauksena ja siitä tehtyjen johtopäätösten perusteella tehty Tie<sup>2</sup>-projekti, jossa toteutettiin valtakunnanlaajuisen tietietokannan tiedonkeruu ja tuotteistaminen. Yleisempänä tavoitteena työllä on kuvata valtakunnanlaajuisen paikkatietokannan perustamisprosessia ja prosessin aikaansaamiseksi vaadittua esityötä.

Tiekanta-koeprojektin tavoitteena oli:

- perustaa Mikkelin läänin kattava tieverkkotietokanta,
- rakentaa yhteys tielaitoksen Tiekasterin ja Tiekannan välille,
- organisoida Tiekannan ajantasallapito yhteistyössä tielaitoksen, kuntien ja muiden tienrakentajien kanssa sekä
- kokeilla eri tekniikoita Tiekannan perustamisessa ja ylläpidossa.
- toteuttaa tarjouskierros GIS-järjestelmän hankkimiseksi
- tutkia jo olemassa olevien numeeristen tieaineistojen hyväksikäyttömahdollisuuksia.

Koeprojektin päätyttyä perustettiin työryhmä pohtimaan jatkotoimia.

Tarkoituksena oli laajentaa Tiekannan tuotantotoiminta usean läänin alueelle heti vuoden 1992 alusta. Työryhmän tehtäväksi asetettiin

- Tiekanta-koeprojektin loppuraportissa esitettyjen jatkotoimenpide-ehdotusten käsittely
- tietiedon keruun määrittelyjen laatiminen koeprojektin perusteella
- työryhmän osatehtävien, tulostavoitteiden ja aikataulun määrittely
- lähetettyjen tarjousten (GIS-ohjelmistot) käsittely ja niiden perusteella toimenpidesuosituksen laatiminen
- tietiedon keruun ja ajantasaistamisen organisointi hajautetusti
- tietietojen palvelutietokannan määrittely sekä sen toteuttaminen tuotannollisena prototyyppijärjestelmänä

Seuranneessa Tie<sup>2</sup>-projektissa lähdettiin toteuttamaan koko valtakunnan käsittävän Tiekannan perustamisvaiheen tiedonkeruuta siten, että Etelä-Suomi olisi valmis vuoden 1993 alkupuolella ja loput Suomesta vuoden 1993 loppuun mennessä.

Tämän työn tekijä oli itse aktiivisesti mukana tiekanta-koeprojektissa ja sen jälkeen varsinaisessa Tiekannan perustamisvaiheen tiedonkeruuprosessissa noin vuoden ajan. Tänä aikana tiekannan tiedonkeruussa ja ajantasaistuksessa otettiin käyttöön ne menetelmät, jotka siinä kesällä 1995 ovat käytössä. Sen jälkeen tekijä siirtyi muihin tehtäviin maanmittauslaitoksessa, mutta pysyi kuitenkin lähellä Tie<sup>2</sup>-projektia ja on siten pystynyt seuraamaan projektin etenemistä.



Aihetta lähestytään soveltaen ns. case-tutkimusmenetelmää, mikä sopii erityisesti aiheeseen, josta ei vielä ole olemassa paljon teoriaa ja muuta lähdemateriaalia sekä toisaalta ns. singulaarisen tapauksen tutkimiseen. Menetelmää käytetään teollisuustaloudessa tuotantoprosessien kuvauksessa ja erilaisissa organisaatioiden kehittämisprojekteissa sekä teorian johtamiseen toteutuneista prosesseista. Menetelmä on kuitenkin sovellettavissa myös valtakunnallisen paikkatietokannan perustamisprosessin kuvaamiseen. Tässä työssä ei ole tarkoitus luoda uutta tieteellistä teoriaa, mutta työssä esitetään johtopäätöksiä ja toimenpide-ehdotuksia valtakunnallisten paikkatietokantojen perustamiseen liittyen. Eisenhardtilaisesta case-tutkimusmenetelmästä kerrotaan enemmän luvussa 4.<sup>1</sup>

---

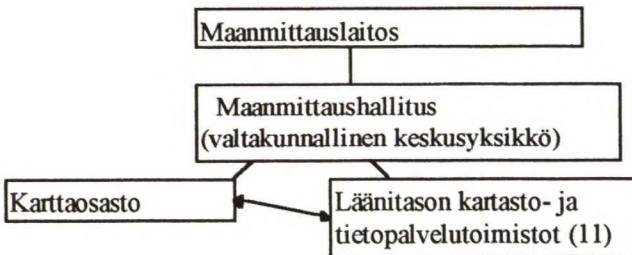
<sup>1</sup> Eisenhardt, 1989

## 2 Käytettyjen termien ja lyhenteiden selityksiä

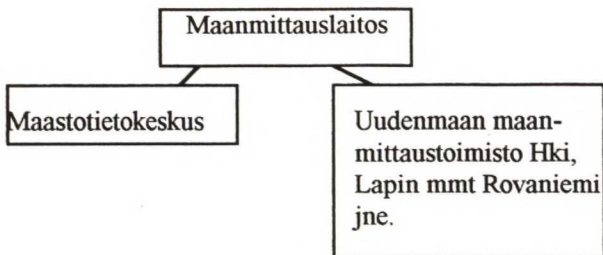
Tässä työssä on käytetty joitakin lyhenteitä ja termejä, joita ulkopuolisen lukijan voi olla vaikea ymmärtää. Työn tekeminen on tapahtunut sen verran pitkällä aikajänteellä, että maanmittauslaitoksessa on ehtinyt sinä aikana olla kaksi organisaatiouudistusta, joissa molemmissa sen lisäksi, että organisaation rakenne muuttui, myös yksiköiden nimet muuttuivat. Kuvissa 1-3 selitetään organisaation rakenteet eri vaiheissa niiltä osin, kuin tämän työn kannalta on olennaista.



**Kuva 1: Organisaatio ennen syyskuuta 1991**



**Kuva 2: Organisaatio syyskuu 1991 - joulukuu 1993**



**Kuva 3: Organisaatio tammikuu 1994 ->**

Olennaisin ulospäin näkyvä muutos ensimmäisessä organisaatiouudistuksessa oli se, että maanmittauskonttoreita alettiin nimittää kartasto- ja tietopalvelutoimistoiksi. Jälkimmäisessä organisaatiouudistuksessa taas poistettiin kokonaan valtakunnallinen keskusyksikkö maanmittaushallitus, ja läänien yksiköistä tuli

Helsingissä sijaitsevan Maastotietokeskuksen kanssa samalla organisaatiotasolla sijaitsevia maanmittauslaitoksen yksiköitä, jotka nimettiin yksikön nimen ja sijaintipaikan mukaan, esimerkiksi Etelä-Savon maanmittaustoimisto Mikkeli, Lapin maanmittaustoimisto Rovaniemi ja Pohjois-Karjalan maanmittaustoimisto Joensuu. Läänien yksiköiden sijoituspaikat pysyivät ennallaan samoin kuin työtehtävät. Tässä työssä käytetään 1991-1993 vallinneen organisaation aikaisia nimityksiä, koska suurin osa kuvattavasta työstä sijoittuu tälle aikajänteelle.

Maanmittauslaitoksen oma Maagis-ohjelmistoon pohjautuva kartantuoantajärjestelmä on myös kehittynyt koko ajan, ja senkin nimi on vaihtunut työn tekemisen aikana. Ennen vuotta 1992 numeerisia menetelmiä käytettiin vain joidenkin painettavan kartan osien tiedonkeruuseen. Suuri osa työstä tehtiin perinteisin manuaalisin menetelmin. Tällöin numeeriseen tiedonkeruuseen käytetty Maagis-sovellus oli nimeltään Numeerinen Peruskartta eli NPK. Vuonna 1992 siirryttiin kokonaan numeeriseen kartantuoantoprosessiin, ja tästä kokonaisuudesta alettiin käyttää nimitystä Maastotietojärjestelmä eli MTJ.

Valtakunnallisen tietietokannan perustamisen eri osaprojekteilla ei tiettävästi ole virallista nimeämiskäytäntöä. Tässä työssä käytetyt nimitykset on kuvattu taulukossa 1.

**Taulukko 1: Valtakunnallisen tietietokannan perustamisen eri vaiheista käytetyt nimitykset**

Tiekanta-koeprojekti	vuonna 1991 Mikkelin läänin alueella toteutettu koeprojekti, jossa kokeiltiin eri menetelmiä valtakunnallisen tieverkkotietokannan tiedonkeruussa
Tiekanta	lopputuote, perustettava valtakunnallinen tieverkkotietokanta
Tie <sup>2</sup> -projekti	tieverkkotietokannan varsinainen perustamisvaihe
Tiestön palvelutietokanta, tietietokanta	Unix-Arc/Info -ympäristössä toteutettava tietietokanta
tieverkkotietokanta	yleisnimitys tieaineistoa sisältävälle paikkatietokannalle



### 3 Taustaa

Maanmittaushallitus kokosi vuonna 1990 tieverkkotietojen keskeisimmät käyttäjät Tietietoryhmäksi valmistelemaan valtakunnallisen tieverkkotietokannan perustamista. Tietietoryhmän tavoitteena oli selvittää, millaiselle numeeriselle tieaineistolle potentiaalisilla käyttäjäryhmillä olisi tarvetta sekä millä aikataululla numeerista tieaineistoa tulisi olla saatavilla.

Tällaisen tietokannan tarpeellisuus oli todettu jo aikaisemmin, ja se tuli keskeisenä esille myös pohjoismaisen Nordisk Kvantif II - projektin ensivaiheessa. Tieverkkotietojen todettiin olevan yleisin sovellus pisimmälle ehtineiden numeeristen paikkatietojen käyttäjien keskuudessa sekä Suomessa, Ruotsissa että Norjassa. Nämä pääosin kuljetusten hallintaa koskevien sovellusten käyttäjät olivat enimmäkseen joutuneet digitoimaan tarvitsemansa tiedot olemassa olevilta kartoilta. Itse tuottamisen sijaan nämä käyttäjät olisivat halunneet mielellään ostaa kattavaa tieverkkotietoa.<sup>2</sup>

Asiakaskyselyn perusteella saatiin selville, että numeeriselle tieaineistolle olisi tarvetta ja että kattava numeerinen tieaineisto tulisi olla saatavilla varsin nopealla aikataululla. Aineiston pitäisi olla hyvin ajantasaista, kattavaa ja virheetöntä, sijaintitarkkuudelle taas ei asetettu niin suurta painoa. Kyselytutkimuksessa kävi myös ilmi, että riittävän ajantasaisesta ja muuten tyydyttävästä numeerisesta tieaineistosta oltiin valmiita maksamaan niin paljon, että sellaisen aikaansaattaminen olisi kannattavaa.

Toukokuussa 1991 käynnistyi koeprojekti valtakunnallisen tieverkkotietokannan perustamiseksi. Tavoitteena oli perustaa Mikkelin läänin kattava Tiekanta, joka sisältää kaikki autotiet, kadut ja metsäautotiet sekä eräitä tienosiin liittyviä ominaisuuksia. Projektissa kokeiltiin eri tekniikoita tarkkuudeltaan luokitellun tieverkon mittaamisessa ja ominaisuustietojen keruussa tunnuslukujen saamiseksi koko valtakuntaa koskien. Tavoitteina oli myös rakentaa toimiva yhteys tielaitoksen Tierekisterin ja Tiekannan välille sekä organisoida Tiekannan ajantasallapito tieverkon geometrian ja ominaisuuksien muutosten tallentamiseksi ilman viiveitä yhteistyössä tielaitoksen, kuntien ja muiden tienrakentajien kanssa.

Kehittämistavoitteiksi otettiin Tiekannan yhteensovittaminen yleisten maastokarttojen ajantasaistusjärjestelmään ja muihin maanmittauslaitoksen rekistereihin sekä oleellisten Tierekisterin tietojen kerääminen myös yksityisteiden, katujen ja kaavateiden osalta. Koko maan kattavan tieverkkotietokannan tulisi olla valmis vuoden 1993 loppuun mennessä.

Tämän työn tekijän osalta työ Tiekanta-koeprojektissa alkoi kesällä 1991 Mikkelissä suoritettulla, kahden viikon mittaisella mittausjaksolla, jossa kokeiltiin

<sup>2</sup> Nordisk Kvantif II, 1990

differentiaalista GPS-mittausta suunnan- ja matkanmittauslaitteistolla vahvistettuna tiestön geometrian tallennuksessa. Edellisenä kesänä tekijä oli ollut mukana niin ikään Maanmittaushallituksen tekemässä Differentiaalista GPS-mittausta koskevassa testiprojektissa. Silloisesta koetyöstä saatuja DGPS-mittauksen tarkkuuslukuja voitiin käyttää hyväksi Tiekanta-koeprojektissa, joten Mikkelin DGPS-mittauksilla pyrittiin lähinnä selvittämään DGPS-mittauksen taloudellisuutta ja nopeutta Tiekannan tiedonkeruun välineenä.

### **3.1 Organisaatio**

Tiekanta-koeprojektin johtoryhmässä työskentelivät maanmittaushallituksen karttaosaston osastopäällikkö Matti Jaakkolan johdolla tiehallituksen suunnittelujohtaja Erkki Koskinen, kartastajohtaja Tuomo Silvennoinen ja maanmittausinsinööri Juha Tuominen Mikkelin kartasto- ja tietopalvelutoimistosta sekä yli-insinöörit Jussi Paavilainen, Timo Tuhkanen (1. 9. 1991-) ja Matti Vahala (-31. 8. 1991) maanmittaushallituksesta. Projektipäällikkönä toimi maanmittausinsinööri Jorma Marttinen maanmittaushallituksesta.

Tiedonkeruun osalta koeprojekti tehtiin osaksi maanmittaushallituksen karttaosastolla ja osaksi Mikkelin kartasto- ja tietopalvelutoimistossa. Koealueena oli Mikkelin lääni, jonka pohjoisosan tiedonkeruun toteutti maanmittaushallituksen karttaosaston peruskartat-yksikkö ja eteläpuolen tiedonkeruun Mikkelin kartasto- ja tietopalvelutoimisto.



## 4 Tutkimusmenetelmästä

Valtakunnallisen paikkatietokannan perustamisen problematiikkaa lähestytään tässä työssä niin sanottua case-tutkimusmenetelmää käyttäen. Menetelmä sopii erityisesti sellaisten prosessien tai ilmiöiden kuvaamiseen, joista ei ennestään ole saatavilla juurikaan kirjallista materiaalia, ja toisaalta se sopii hyvin aiheisiin, joissa analysoitava aineisto luonteeltaan enemmän empiiristä havainnointia kuin numeroissa mitattavia arvoja.

Case-tutkimusmenetelmä tyypillisesti yhdistää erilaisia tiedonkeruumenetelmiä, kuten arkistotutkimukset, haastattelut, kyselyt ja havainnoinnin. Saatu materiaali voi olla laadullista, määrällistä tai sitten kumpaakin. Case-tutkimusmenetelmää voidaan käyttää erilaisien päämäärien saavuttamiseen; prosessin kuvauksen tuottamiseen, olemassa olevan teorian testaamiseen tai uuden teorian luomiseen. Tässä työssä paino asettuu kuvauksen luomiseen, joskin toteutuneesta projektista tehdään johtopäätöksiä sekä kehittämissuhteita.<sup>3,4</sup>

### 4.1 Case-tutkimusmenetelmän määrittely

Case-tutkimusmenetelmä lienee käytetyin eri tieteenalojen ns. hermeneutiikkaan perustuvista tutkimusotteista. Hermeneuttisen tieteenkäsitteiden mukaiseen tutkimusotteeseen kuuluu varsin keskeisesti tutkijan ja tutkittavan ilmiön parissa työskentelevien henkilöiden ymmärrys, joka koskee nimenomaan vaikeasti mitattavia asiayhteyksiä, ilmiöiden syitä, tapahtumien prosesseja yms. Case-tutkimusmenetelmä voidaan lukea ns. kvalitatiivisiin tutkimusmenetelmiin. Niille on tyypillistä se, että havainnot ovat pääasiassa kvalitatiivisia. Niistä ei saada aikaan helposti mitattavia suureita, vaan niiden käsittely perustuu tutkijan tulkintaan ja käsitteeseen asiasta.<sup>5</sup>

Tutkimusmenetelmän esikuvat ovat peräsin mm. käyttäytymistieteistä. Niissä tutkitaan usein ilmiöitä, joista olisi saatava syvällistä tietoa vaikka tutkimusasetelmaa ei voida pelkistää sellaiseksi, että saataisiin suuresta tapauksien joukosta edustavaa ja mitattavin suurein ilmaistavaa aineistoa objektiivisen käsittelyn kohteeksi.<sup>5</sup>

Erään määritelmän mukaan case-tutkimusmenetelmän olennainen osa, kaikille case-tutkimustyypeille yhteinen taipumus, on että se pyrkii valaisemaan jotain päätöstä tai päätöksiä; miksi ne tehtiin, miten niitä sovellettiin ja millaisin tuloksin. Tämä

<sup>3</sup> Eisenhardt, 1989

<sup>4</sup> Uusitalo, 1991

<sup>5</sup> Olkkonen, 1993



määritelmä asettaa päätöksenteon case-tutkimusten pääkohteeksi. Muitakin case-tutkimuksen kohteita on määritely. Esimerkiksi organisaatiot, prosessit, ohjelmat, ympäristöt, instituutiot ja jopa yksittäiset tapahtumat on mainittu mahdollisina fokuksien kohteina case-tutkimuksessa.

Teknisemmän määrittelyn mukaan case-tutkimusmenetelmä on empiirinen tutkimus, joka tutkii ajankohtaista ilmiötä sen todellisessa asiayhteydessä, kun ilmiön ja asiayhteyden rajat ovat epäselvät, ja jossa käytetään useita tietolähteitä (sources of evidence). Tämä määritelmä erottaa case-tutkimusmenetelmän selkeästi muista menetelmistä. Kokeellinen tutkimus, esimerkiksi, tarkoituksellisesti erottaa ilmiön alkuperäisestä asiayhteydestään, jotta huomio voidaan kiinnittää joihinkin tiettyihin, ennalta määrättyihin ilmiöihin. Tyypillisesti asiayhteyttä kontrolloidaan laboratorio-olosuhteissa. Historiatutkimus puolestaan kyllä tutkii ilmiön ja asiayhteyden välistä sekavaa tilannetta, mutta yleensä vähemmän ajankohtaisissa tapahtumissa. Kyselytutkimus taas kyllä yrittää käsitellä ilmiötä ja niiden asiayhteyttä, mutta sen kyky käsitellä asiayhteyksiä on erittäin rajallinen.<sup>6</sup>

#### ***4.2 Kvalitatiivinen ja kvantitatiivinen tutkimus***

Kvalitatiivisen tutkimuksen vastakohta on kvantitatiivinen tutkimus, jossa kerätään suuresta otoksesta selkeästi numeroissa mitattavaa havaintoaineistoa. Valinta kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen tutkimusotteen välillä riippuu suuresti tutkimuskohteena olevan ilmiön laadusta. Tutkimuskohteeksi voidaan valita joko singulaarinen tai geneerinen ilmiö. Singulaarinen (yksittäinen) ilmiö on tyypillisesti jokin tietty, tarkkaan yksilöitävissä oleva tapahtumaketju, ilmiö tai yksittäinen tapahtuma. Case-tutkimukset soveltuvat juuri singulaaristen tapausten tutkimiseen. Geneerinen ilmiö puolestaan viittaa johonkin ilmiöluokkaan.

Kvantitatiivinen tutkimusote ei yleensä sovellu singularisiin tapauksiin, koska tapaukset ovat ainutkertaisia, yksittäisiä tapahtumia. Geneerisiin tapauksiin taas voidaan käyttää molempia tutkimustapoja. Kokeelliset tutkimukset, kyselyt ja haastattelut tuottavat tyypillisesti kvantitatiivista, numeroissa mitattavaa havaintoaineistoa. Kvalitatiivista aineistoa taas saadaan erilaisista havainnointitutkimuksista, vapaamuotoisista haastatteluista sekä dokumenteista. Tällaista aineistoa ei ole tarkoituksenmukaista eikä yleensä mahdollistakaan saattaa numeeriseen muotoon. Kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen tutkimuksen eroja on selvitetty taulukossa 2.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Yin, 1989

<sup>7</sup> Uusitalo, 1991

**Taulukko 2: Kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen tutkimuksen eroja<sup>8</sup>**

Kvantitatiivinen	Kvalitatiivinen
Aineisto edustaa tilastollisesti perusjoukkoa	Aineisto edustaa tutkimuskohteen olennaisia piirteitä ja on teoreettisesti merkittävää
Aineiston kerääminen, käsittely ja analyysi ovat toisistaan erottuvia työvaiheita	Aineiston kerääminen, käsittely ja analyysi kietoutuvat tiiviimmin yhteen
Täsmällisesti rajattu aineisto, joka on esitettävissä lukuina ns. havaintomatriisin muodossa	Aineiston rajat ”avoimet”, aineisto verbaalista tai kuvallista
Tyypilliset tutkimusaineistot:  koe-, kysely- ja haastattelututkimukset, tilastot, sisällönanalyysi	Tyypilliset tutkimusaineistot:  kenttähavainnointi, vapaamuotoiset haastattelut, erilaiset dokumentit, kulttuurin tuotteet
Havaintomatriisin tilastollinen analyysi	Analyysin tavat vahvemmin aineistosidonnaisia ja vähemmän sääntöihin sidottavissa
Tilastollisen analyysin taitavuus ja onnistuneisuus  Tutkimuksen toistettavuus	Aineiston kylläntyminen: uudet tapaukset eivät tuo enää uusia piirteitä  Aineiston kattavuus: tulkinta ei perustu satunnaisiin poimintoihin
Mittauksen validiteetti ja reliabiliteetti	Analyysin arvioitavuus: lukijan on mahdollista seurata tutkijan päättelyä  Analyysin toistettavuus: yksiselitteiset luokittelu- ja tulkintasäännöt
Teoriaa koetteleva	Teoriaa kehittelevä

#### 4.3 Case-tutkimuksen toteuttaminen

Case-tutkimuksen mukainen teorian muodostamisprosessi Eisenhardtin mukaan sekä sen osien soveltuminen Tiekanta-projektin kuvaamiseen on esitetty taulukossa 3.

<sup>8</sup> Uusitalo, 1991

**Taulukko 3: Teorian muodostamisprosessi case-tutkimusmenetelmässä<sup>9</sup>**

Vaihe	Toiminto	Tavoite	Toteutuminen Tiekanta-projektin kuvauksessa
Aloitutus	Tutkimusongelman määrittely  Mahdolliset priorisoitavat aikasemmat konstruktiot  Ei teorian eikä hypoteesien määrittelyä	Rajaa työskentelyä  Luo paremman pohjan konstruktioiden mittaamiselle  Teoreettinen joustavuus säilyy	Projektin tavoitteet muodostavat tutkimusongelman
Tapauksien valinta	Rajattu aineisto  Teoreettinen, ei satunnainen otanta	Rajaa pois asiaankuulumattomat tapaukset ja terävöittää ulkoista validiteettia  Keskittää toiminnan teoriaa hyödyntäviin tapauksiin.	Tapauksia on tässä tapauksessa kaksi: Suomen Tiekanta ja Norjan VBASE; joka toteutettiin hieman edellä Suomen projektia.
Tutkimusmenetelmien valinta	Useita tiedonkeruumenetelmiä  Kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen datan yhdistäminen  Useita tutkijoita	Vahvistaa teoriapohjaa monipuolisen aineiston avulla  Synerginen näkemys aineistoon  Tuo useita näkökulmia ja vahvistaa teoriapohjaa	Havainnointi  Kirjallisuustutkimus  Haastattelut  Kysely
Kenttätutkimukset	Tiedonkeruussa ja analyysissä ylimäärittystä, kenttämuistiinpanoja  Joustavat ja opportunistiset tiedonkeruumenetelmät	Nopeuttaa analysointia ja paljastaa helpottavia muutoksia tiedonkeruuseen  Antaa tutkijoille mahdollisuuden hyödyntää ilmaantuvia teemoja ja ainutlaatuisia tapauksen piirteitä	Ajoneuvo-GPS-mittaus Mikkeliissä  Koulutus maakuntien yksiköissä
Tiedon analysointi	Tapauksen sisäinen analyysi  Tapauksien välinen vertailu erilaisin tekniikoin	Tutustuttaa aineistoon  Pakottaa tutkijat ohittamaan ensivaikutelman ja tarkastelemaan tapausta usealta eri kannalta	Projektin aikana ja raportointivaiheessa

<sup>9</sup> Eisenhardt, 1989



jatkoa edelliseltä sivulta

Hypoteesien muotoilu	Eri konstruktioihin liittyvän tutkimusaineiston iteratiivista käsittelyä  Tapauksien välisten yhteyksien systemaattista, ei satunnaista, hakemista  Tapauksien välisten yhteyksien syyn etsimistä	Terävöittää konstruktioiden määrittelyä, validiutta ja mitattavuutta  Vahvistaa, laajentaa ja terävöittää teoriaa  Parantaa sisäistä validiutta	Tässä työssä ei luoda uutta teoriaa eikä muotoilla hypoteeseja
Kirjallisuustutkimus	Vertailu teorian kyseenalaistavaan kirjallisuuteen  Vertailu teoriaa mukailevaan kirjallisuuteen	Parantaa sisäistä validiutta, kohottaa teorian tasoa ja terävöittää konstruktioiden määrittelyä  Terävöittää yleistettyä, parantaa konstruktioiden määrittelyä ja kohottaa teorian tasoa	Koska uutta teoriaa ei tässä työssä luoda, ei myöskään tehdä vertailuja aikaisempiin teorioihin
Johtopäätökset	Teoreettinen saturaatio, milloin mahdollista	Päättää prosessin kun rajahyödystä tulee pieni	Käsitellään työn lopussa

#### 4.4 Case-tutkimusmenetelmän vahvat puolet

Yksi case-tutkimusmenetelmän vahvuuksista on, että sen avulla voidaan suurella todennäköisyydellä luoda uutta teoriaa. Se, että menetelmään liittyy vahvaa kokemusperäistä havainnointia, ja sitä myötä yllättävälläkin tavalla ristiriitaisia havaintoja eri prosesseista, voi johtaa aivan uudenlaisiin oivalluksiin. Case-tutkimusmenetelmään liittyy uskomus, että menetelmän luotettavuutta rajoittavat tutkijoiden ennakoasenteet. Kuitenkin tilanne on aivan päinvastainen. Jatkuva keskenään ristiriitaisten havaintojen rinnakkainasettelu onkin omiaan vapauttamaan ajattelua, joten case-tutkimusmenetelmä todennäköisesti luo uutta teoriaa, joka on vähemmän tutkijan asenteiden muokkaamaa kuin tutkimusmenetelmät, joissa teoria rakennetaan perinteisillä menetelmillä.<sup>10</sup>

Toinen menetelmän vahva puoli on se, että syntyvä teoria on heti testattavissa mitattavilla suureilla ja vääräksi todistettavilla hypoteeseilla. Suuret ovat mittattavissa yksinkertaisesti siitä syystä, että ne on jo mitattu teorian luomisen prosessissa. Hypoteesit ovat testattavissa samasta syystä. Aineiston kerääminen, käsittely ja analyysi lomittuvat toisiinsa, joten teoriaa voidaan testata ja iteroida jo tutkimuksen aikana.<sup>10,11</sup>

<sup>10</sup> Eisenhardt, 1989

<sup>11</sup> Uusitalo, 1991

Kolmas case-tutkimusmenetelmän vahvuus on, että tuloksena syntyvä teoria on hyvin kokemusperäisesti pätevää (empirically valid). Se johtuu siitä, että tutkimusprosessissa ollaan läheisissä tekemisissä todellisuuden kanssa. Tutkijalle syntyy kokemusperäisesti läheinen käsitys tutkittavista asioista – ”how they feel, smell, seem”. Suomenkielessä voitaisiin puhua näppituntumasta tutkittavaan aiheeseen. Tästä läheisestä vuorovaikutuksesta todellisuuden kanssa syntyy yleensä todellisuutta hyvin kuvaavaa teoriaa.<sup>12</sup>

#### ***4.5 Case-tutkimusmenetelmän heikkouksia***

Jotkut case-tutkimusmenetelmän vahvuuksiin johtavista menetelmän ominaisuuksista ovat sellaisia, että ne saattavat myös johtaa tiettyjen menetelmän heikkouksien esilletuloon. Esimerkiksi intensiivinen kokemusperäisen havaintoaineiston käyttäminen saattaa johtaa teoriaan ja johtopäätöksiin, jotka ovat tarpeettoman monimutkaisia. Tuloksena voi olla teoria, joka on kyllä hyvin yksityiskohtaista ja tarkkaa, mutta josta puuttuu yleisnäkemyksiä. Tutkija, joka tutkii tiettyä tapausta, voi menettää suhteellisuudentajunsa tutkiessaan suurta, monitahoista tietoa-aineistoa. Koska tutkijalta puuttuvat kvantitatiiviset mittarit, kuten esimerkiksi regressioanalyysin tunnusluvut, hänen voi olla vaikea erottaa olennaiset, yleispätevät riippuvuussuhteet sellaisista, jotka ovat yksittäistapauksia, ominaisia vain tutkittavalle tapaukselle.

Toinen mahdollinen heikkous on se, että case-tutkimusmenetelmän käyttäminen voi johtaa hyvin kapea-alaiseen ja idiosynkraattiseen (ei yleispätevään, juuri tutkitun tapauksen erityispiirteitä korostavaan) teoriaan. Case-tutkimusmenetelmässä teoria rakennetaan ikäänkuin takaperoisesti siten, että tietoa-aineiston erityispiirteet tuottavat teorian yleispiirteet. Menetelmässä vaarana on, että teoria kuvaa jotain idiosynkraattista ilmiötä tai että tutkija ei osaa kohottaa tutkimuksen yleistysastetta saadakseen teoriasta yleispätevän.

Kolmantena heikkoutena on se, että case-tutkimukset usein saattavat kestää kauan ja niiden tuloksena on massiivisen pitkiä, vaikeaselkoisia dokumentteja.<sup>12,13</sup>

#### ***4.6 Case-tutkimusmenetelmän soveltuminen Tiekanta-projektin kuvaamiseen***

Tiekanta-koeprojekti ja sitä seurannut jatko projekti Tie2 soveltuvat hyvin Yinin esittämän case-tutkimusmenetelmän määritelmän (luku 4.1) mukaiseksi tapaukseksi, jossa tutkimuksen kohteeksi asetettavaksi tekijäksi voidaan valita päätöksenteko. Koeprojektin perusteella tehtiin päätökset siitä, millä tiedonkeruumenetelmällä, laitteistolla ja ohjelmistolla koko valtakunnan laajuisen tieverkkotietokannan perustaminen suoritetaan. Lisäksi Tiekanta-projekti

<sup>12</sup> Eisenhardt, 1989

<sup>13</sup> Yin, 1989

kokonaisuudessaan voidaan käsittää singulaariseksi tutkimuskohteeksi, jolloin case-tutkimusmenetelmä on varsin sopiva sen analysoimiseen.

Päätöksiä sovellettiin käytäntöön jatkoprojektissa, jossa tietyllä aikataululla alettiin kerätä ensin eteläisen Suomen ja sen jälkeen Pohjois-Suomen tietietoaineisto. Kun jatkoprojektille oli luotu aikataulu ja kerättävälle aineistolle tietty kohde- ja laatumalli, voidaan kerätyn aineiston laadusta ja projektin aikataulujen pitävyydestä vetää johtopäätöksiä siitä, miten koeprojektin perusteella tehtyjen päätösten soveltaminen jatkoprojektissa on onnistunut. Lisäksi työssä syntyneen kokemuksen perusteella voidaan analysoida syitä mahdollisiin ongelmiin projektin toteuttamisessa.

Toisena tapauksena esitellään yleispiirteittäin Norjassa vuonna 1990 toteutettu Vbase-projekt, jossa tutkittiin vastaavan valtakunnanlaajuisen tieverkkotietokannan perustamista Norjaan.<sup>14</sup>

Case-tutkimuksen toteuttamisen vaiheiden sovittaminen Tiekanta-projektiin on esitetty luvussa 4.3.

---

<sup>14</sup> toim. Berhardsen, 1991



## 5 Tieverkkotietokanta

Tässä luvussa selvitetään numeerisen tieverkkotietokannan mahdollisuuksia ja sille asetettuja vaatimuksia eri käyttöympäristöissä. Ensin selvitetään, millaisia käyttömahdollisuuksia tällaiselle tietokannalle on sekä käydään läpi potentiaalisia numeerisen tietiedon käyttäjiä ja niiden edellyttämiä tieverkkotietokannan ominaisuuksia. Samalla selviää myös, minkä tasoista materiaalia on jo olemassa. Seuraavaksi käsitellään tieverkkotietokannan mahdollisuuksia kartanvalmistuksessa, sillä numeeriseksi parhaillaan muuttuva kartanvalmistus varmasti pystyy hyödyntämään ajantasaisista ja riittävän tarkkaa numeerista tiedataa.

Tiekannan mahdollisuudet autonavigoinnissa ovat seuraavan luvun aiheena. Autonavigointi sekä kuljetusten valvonta ja optimointi ovat toimialoja, joilla on huomattava tilaus yhtenäiselle, maankattavalle ja ajantasaiselle tieverkko-tietokannalle ja jotka samalla muodostavat ehkä tärkeimmän ostajaryhmän numeeriselle tieaineistolle.

Lopuksi selvitetään mahdollisia muita käyttöjä numeeriselle tietiedolle. Yhä useampien toimintojen muuttuessa tietokoneavusteisiksi on luonnollista, että myös numeeriselle tietiedolle löytyy uusia sovellusalueita.

### 5.1 Yleistä

Numeerisesta paikkatiedosta tietieto lienee se, jota kohtaan on eniten kaupallista kiinnostusta varsinaisten kartanvalmistussovellusten ulkopuolella. Tosin vielä tässä vaiheessa suuria maksuhalukkaita asiakkaita on varsin vähän. Onkin varsin luontevaa, että Maanmittauslaitos julkisena instanssina tuottaa yhtenäisen numeerisen tieaineiston. Onhan Maanmittauslaitoksella pitkä perinne kartanvalmistajana ja muitakin numeerisia karttaprojekteja on laitoksen puitteissa käynnissä. Myös se, että painettua aineistoa tiestön tallennusta silmälläpitäen löytyy laitokselta itseltään, helpottaa työtä. Yksityisen yrityksen tai henkilön olisi sekä hankalaa että kallista saada haltuun koko Suomen käsittävää graafista tieaineistoa.<sup>15</sup>

Erilaisia numeerisia tieaineistoja on tuotettu ennenkin, mutta niiden tarkkuus ja kattavuus on jäänyt varsin alhaiselle tasolle. Usein kysymyksessä on esimerkiksi suuren lehtitalon omien jakelukuljetustensa optimoinnin pohjaksi digitoima paikallistiestö, jonka käyttökelpoisuus ja taloudellisuus muissa sovelluksissa olisi kyseenalaista. Koko maan kattava, yhtenäisessä koordinaatistossa oleva, tarkka ja ennenkaikkea ajantasainen tieverkkotietokanta tuo suunnistus-, optimointi- ja valvontasovelluksille aivan uusia markkina-alueita.

---

<sup>15</sup> Nordisk Kvantif, 1987

## 5.2 Tieverkkotietokannan käyttäjien asettamat vaatimukset tieverkkotietokannalle

Tieverkkotietokannan potentiaalisten käyttäjien sille asettamat vaatimukset on selvitetty ns. ristiintarkistavalla Conjoint-analyysillä Nordisk Kvantif-projektin yhteydessä. Siinä selvitettiin markkinapotentiaalia eri toimialoille suunnatuilla kyselylomakkeilla. Menetelmä osoittautui toimivaksi ja se antaa markkinoiden tarpeesta varsin selkeän kuvan. Tieverkkotietokannalle asetetut vaatimukset selvitettiin kahdeksan kolmeen tavoitetasoon jaetun tekijän osalta. Tekijät on esitetty taulukossa 4.<sup>16</sup>

**Taulukko 4: Tietietokannalle asetettavat vaatimukset eri tavoitetasoilla<sup>16</sup>**

	Matala taso	Keskitaso	Korkea taso
1. Tiestösisältö	yleiset tiet ja pääkadut	lisäksi muut kadut ja metsäautotiet	kaikki kadut ja ajokelpoiset tiet
2. Ominaisuustiedot	tunnustiedot ja tieluokka	tunnustiedot ja rajoitukset	liikenne-, osoite- ja palvelutiedot
3. Sijaintitarkkuus	(+/-) 50m	(+/-) 10m (x- ja y-koord.)	(+/-) 2m (myös korkeus)
4. Ajantasaisuus	5 vuoden välein	kerran vuodessa	alle 3 kk välein, jopa 1 kk etukäteen
5. Luotettavuus	luotettavuus 95%	tarkastetaan ja korjataan yli 99% joka 3. v	yli 99% heti tietoa tallennettaessa
6. Tiedon siirtotapa	vakiomuodossa nauhalla tai levykkeellä	linjasiirtona vakio-muodossa	suorasaantitietokanta, GIS-työkalut ja tuki
7. Valmistumisaikataulu	valmistuu kartoituksen mukana 8 vuodessa	valmistuu 3 vuoden päästä	valmistuu vuoden päästä
8. Hinta	5000 mk/vuosi koko maan tiestöstä	20000 mk/vuosi	100000 mk/vuosi

Tämän kyselyn perusteella pystyttiin muodostamaan tieverkkotietokannalle profiili, joka kuvastaa eri toimialojen sille asettamia keskimääräisiä vaatimuksia. Analyysin perusteella saadut tietietokannalle asetettavat vaatimukset on esitetty taulukossa 5.

<sup>16</sup> Nordisk Kvantif II, 1990



**Taulukko 5: Tietietokannan asiakasprofiili<sup>17</sup>**

<b>1. Tiestösisältö</b>	Korkea
<b>2. Ominaisuustiedot</b>	Keskitaso
<b>3. Sijaintitarkkuus</b>	Keskitaso
<b>4. Ajantasaisuus</b>	Korkea
<b>5. Luotettavuus</b>	Keskitaso
<b>6. Tiedon siirtotapa</b>	Keskitaso
<b>7. Valmistumisaikataulu</b>	Korkea
<b>8. Hinta</b>	Korkea

Potentiaalisten ostajien maksuhalukkuus on siis varsin korkea. Vastineeksi korkealle hinnalle he haluavat täydellisen ja hyvin ajan tasalla olevan numeerisen tiekartan, jonka pitäisi olla saatavilla nopealla aikataululla. Eteenpäin integroitumiseen eri toimialoilla on varsin vähäistä halukkuutta samoin kuin tiedon tuottajan tarjoamien GIS-työkalujen käyttöön.

Tieverkkotietokannan tarkkuudeksi riittää kyselytutkimuksen mukaan noin 10 metriä. Suurempaa tarkkuutta pidetään jopa haitallisena ilmeisesti tietomäärän tarpeettoman kasvamisen pelosta. Luotettavuudelle ei osata asettaa tavoitteita, mutta siitä ollaan valmiita tinkimään ajantasaisuuden ja saatavuuden hyväksi. Sisältöön tulee kuulua kaikki autolla ajettavat tiet metsätalouden kuljetuksien tarpeita varten ja kaikki kadut jakelukuljetusten takia. Ominaisuustietojen tarve vaihtelee, mutta tielaitoksen Tierekisterin sisältämät tiedot tuntuvat kattavan lähes kaikkien tarpeet.

### **5.3 Tieverkkotietokanta kartanvalmistuksen välineenä**

Maanmittaushallituksen karttaosasto tuotti koeprojektin tekoaikaan numeerista kartta-aineistoa tuotannollisessa mitassa 1:50 000 topografisessa kartassa ja satelliittikuvatulkintaan perustuvassa maankäyttö- ja puustoluokituksessa. Maankäyttöluokitus oli kattava, mutta topografisen kartan aineisto tulee kattamaan koko maan vasta vuoden 2000 paikkeilla. Tieverkko oli oleellinen osa kummassakin tuotteessa. Maankäyttöluokitusta varten oli digitoitu automaattisesti peruskartan pienennöksen tiestö. Se riitti tarkkuudeltaan 25 metrin ruuduissa esitettyyn aineistoon, mutta ongelmana oli tiedon huono ajantasaisuus (keski-ikä

<sup>17</sup> Nordisk Kvantif II, 1990



lähes 20 vuotta) ja pienempien teiden, erityisesti metsäautoteiden puuttuminen. Karttakeskuksen tuottaman GT-kartan numeerinen tiestö oli paremmin ajan tasalla (noin 5 vuotta), mutta sen epätarkkuus taajamissa oli yleistysten takia jopa satoja metrejä.

Uutena tuotteena oltiin Maanmittaushallituksessa kehittämässä numeerista peruskarttaa (NPK), joka kartoitustarkkuudeltaan vastaa perinteisiä 1:5000 kartoja. Tieaineiston osalta maanmittauslaitoksen sisäiset tarpeet liittyivät kartantuotannossa ja yksityistierekisterissä tarvittavaan tiestöön. Topografista karttaa 1:50000 varten tarvittiin noin 20 metrin tarkkuudella kuvattua tieverkkoa. Numeerisen peruskartan vaatimus tien keskiviivan sijaintitarkkuudelle oli 1-2 metriä. Molempien karttojen tieluokitus vastaa peruskartassa ja GT-kartassa noudatettavaa 7-portaista jaotusta. Yksityistierekisterin tarkkuusvaatimus nousee pitkällä tähtäimellä 1 metrin kertaluokkaan, joskin nykyistenkin peruskartalle piirrettyjen indeksikarttojen tarkkuus on 20-50 metriä. Numeerisen peruskartan valmistumisen myötä myös Tiekanta päivitetään n. 1 metrin tarkkuusluokkaan. Ajantasaisuuden vaatimus on korkein yksityistierekisterissä. Perinteisin menetelmin julkaistavia karttoja on päivitetty uusintapainoksia noin viiden vuoden välein.

#### ***5.4 Tieverkkotietokanta ajoneuvonavigoinnissa ja kuljetusten optimoinnissa***

Kiinnostus numeerisia tiekarttoja kohtaan on edelleen voimakkaassa kasvussa kaikissa kehittyneissä maissa. Kiinnostus perustuu toisaalta taloudellisiin ja toisaalta turvallisuuskäsitteisiin. Ajoreittien ja kuljetuskaluston käytön optimoinnin apuvälineenä tietokoneavusteinen suunnistusjärjestelmä vähentää turhia ajoja ja siten säästää rahaa. Samaa järjestelmää voi käyttää myös kuljetusten valvontaan, jolloin mahdollisen rikoksen tai onnettomuuden sattuessa apuun päästään mahdollisimman nopeasti. Toimiva navigointijärjestelmä voi autokäyttöön yleistyessään olla myös vartenotettava ympäristöä säästävä tekijä. Vähentäähän se turhaa ajoa ja siten myös turhaa energiankulutusta ja haitallisia päästöjä.

Kaupallisia sovelluksia on jo olemassa Suomessakin. Tähän asti Suomessa tehtyjen navigointi- ja kuljetusten optimointijärjestelmien tukena on ollut sovelluksen kehittäjän mahdollisesti itse tekemä, yleensä varsin suppea digitaalinen tieaineisto. Joissain sovelluksissa on käytetty skannattua rasterikarttaa taustana, jolloin se on palvellut lähinnä visuaalisena apuna. Koko maan tiet ajoteitä myöten käsittävä tietokanta tuo aivan uusia mahdollisuuksia kuljetusten valvontaan ja optimointiin sekä esimerkiksi palo- ja pelastustoimen apuneuvoksi.

Potentiaalisia käyttäjäryhmiä alkuvaiheessa ovat esimerkiksi poliisi, palo- ja pelastustoimi, metsäyhtiöt ja arvokuljetuksia suorittavat yhtiöt. Jatkossa järjestelmien kehittyessä ja halventuessa numeeriseen karttatekniikkaan ja esimerkiksi satelliittinavigointiin perustuva suunnistusjärjestelmä voi olla jokaisen autoilijan saavutettavissa. Poliisin ja palo- ja pelastustoimen kannalta on tärkeää löytää oikeaan osoitteeseen mahdollisimman nopeasti. Tämä edellyttää, että tietieto

on ajan tasalla ja oikeaa. Lisäksi on oltava toimiva kytkentä osoiterekisteriin. Tieverkkotietokannan potentiaalisia käyttäjäryhmiä on lueteltu taulukossa 6.

**Taulukko 6: Tieverkkotietokannan käyttömahdollisuuksia**

Käyttäjä	Käyttötarkoitus
Poliisi, palokunta, sairaankuljetus ym	hälytysajoneuvon ohjaaminen mahdollisimman nopeasti oikeaan paikkaan
Metsäyhtiöt	puutavarakuljetusten optimointi
Rahalaitokset, arvotavara kauppiat	arvokuljetusten valvonta
Autovuokraamot	autojen valvonta
Kartanvalmistajat	ajantasainen painettu tiekartta
Jakeluyhtiöt	kuljetusten optimointi ja seuranta

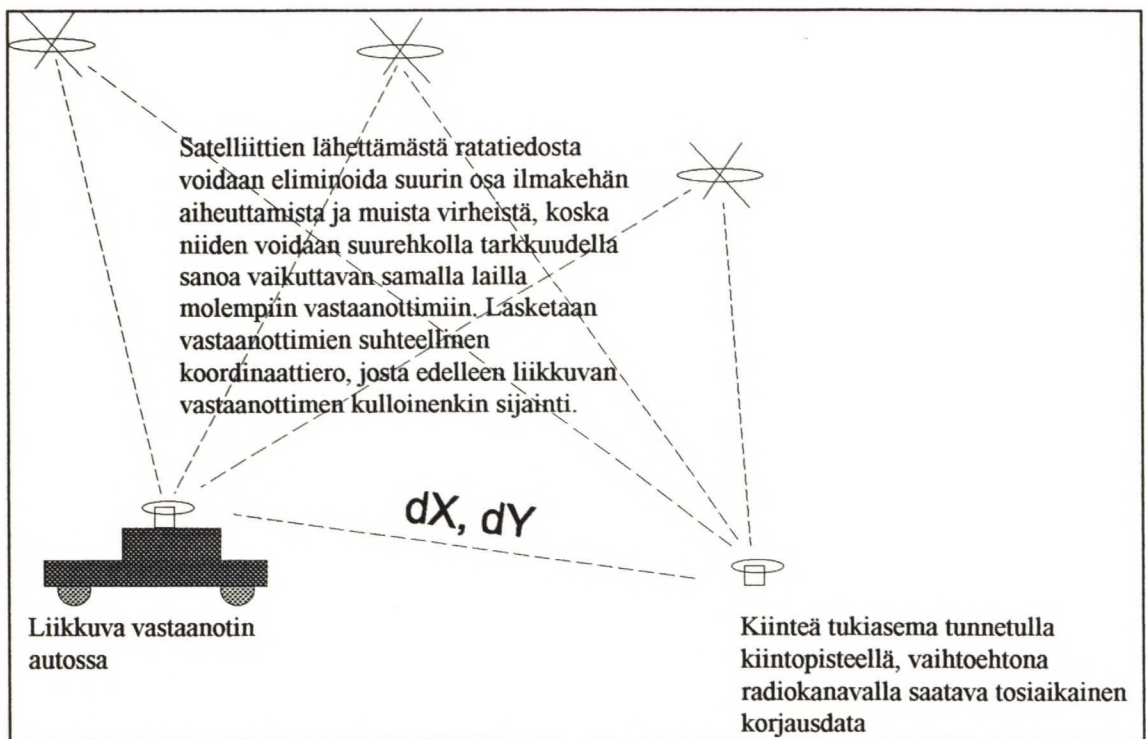
Tällaisiin valvonta- ja optimointisovelluksiin pitää pystyä myös liittämään päivänkohtaista tietoa, kuten tietyt, lumen aeraus, ruuhkat tai muut liikkumista haittaavat esteet, sekä puomit tai kaatuneet puut. Pohjaksi kuitenkin tarvitaan numeerinen tieverkko, johon nämä ominaisuudet liitetään. Metsäyhtiöt ovat suuri ja erittäin potentiaalinen asiakasryhmä. Niillä on paljon puutavarakuljetuksia, joiden optimointiin ja valvontaan sopivaan sovellukseen yhdistetty tietoteknologia toisi ratkaisun. Navigointi- ja kuljetusten optimointijärjestelmien aiheuttamia hyötyjä on lueteltu taulukossa 7.

**Taulukko 7: Autonavigointijärjestelmän hyötyjä**

Käyttö	Seuraus käytöstä	Aiheutunut hyöty
Kuljetusten optimointi	Turhat ajot vähenevät, kalustotarve pienempi	Rahaa ja aikaa säästyy, ympäristön kuormitus vähenee
Kuljetusten reitinopastus	Toimitusosoite löytyy ilman paikallistuntemusta	Kuljettajien toiminta-alue laajenee, kuljetukset nopeutuvat
Palo- ja pelastustoimen reitinopastus	Apu nopeasti paikalle	Inhimilliset ja taloudelliset vahingot vähenevät
Arvo- ja muiden kuljetusten valvonta	Turvallisuus, häiriöt havaitaan nopeasti, apu paikalle nopeasti	Inhimilliset ja taloudelliset vahingot vähenevät
Yksityisautojen suunnistusapu	Eksymiset ja turhat ajot vähenevät	Rahaa ja aikaa säästyy, ympäristön kuormitus vähenee



Toimiva järjestelmä olisi sellainen, jossa autoon on asennettu paikannuslaitteisto (GPS-satelliittipaikannin sekä suuntaa ja matkaa mittaava vektoripaikannin, Dead Reckoning) sekä tietokone, jonka ruudulta kuljettaja voisi seurata omaa kulkuaan kartalla sekä myös nähdä esimerkiksi haettavan puukuorman sijainnin. Kun autoista vielä olisi radio- ja tietoliikenneyhteys työnjohtoon, voisi työnjohtaja komentaa lähimmän auton hakemaan lastia sekä vielä esimerkiksi sijoittaa tukkikuormaa kuvaavan symbolin auton kuvaruudulla olevaan numeeriseen karttaan. Tällainen toimiva sovellus tuo huomattavia ajallisia ja taloudellisia säästöjä, ja metsäyhtiöt ovatkin kehittäneet tai ostaneet ohjelmasovelluksia sekä aktiivisesti tiedustelleet yhtenäistä maan kattavaa tieverkkotietokantaa. Differentiaalisen GPS-mittauksen periaate on esitetty kuvassa 4.



**Kuva 4: Differentiaalisen GPS-mittauksen periaate<sup>18</sup>**

Arvokuljetusten valvonnassa tieverkkotietokanta sopivaan sovellukseen ja paikannuslaitteistoon kytkettynä tarjoaa mahdollisuuden seurata arvokuljetusten kulkua näyttöpäätteeltä reaaliajassa ilman puheyhteyttä. Tämä on huomattava turvallisuuskäyttökohta. Esimerkiksi pankkiryöstöt lisääntyivät 1990-luvun alussa huomattavasti. Rahakuljetuksia ei Suomessa ole paljon ryöstetty, mutta esimerkiksi Ruotsissa on tapahtunut varsin röhkeitä rahakuljetusten ryöstöjä. Ryöstön sattuessa voidaan ryöstetty ajoneuvo jäljittää nopeasti, jos tiedetään tarkka sijainti ryöstöhetkellä ja mahdollisesti sen jälkeenkin.

<sup>18</sup> Canada, 1986



Valvontalaitteiston vaatimat laitteet ovat nykyään siinä määrin pienikokoisia, että mahdollinen ryöstäjä tai joku muu ulkopuolinen henkilö ei välttämättä edes havaitse niiden olemassa oloa. Järjestelmään on myös mahdollista liittää automaattinen hälytys, jos valvontajärjestelmä eliminoidaan tai ajoneuvo poikkeaa suunnitellulta reitiltä. Hälytysviestiin voidaan liittää ajoneuvon sijainti hälytyshetkellä, ja jos poliisilla on vastaava järjestelmä käytössään, paikalle voidaan hälyttää lähimpänä tai nopeimman ajomatkan päässä oleva yksikkö.

Tällaisia järjestelmiä oli jo koetyön aikana käytössä, mutta ne olivat toimineet varsin suppean tai puutteellisen tieaineiston pohjalta. Koko maan kattava yhtenäinen tietietokanta tuo kuljetusten valvontaan uuden ulottuvuuden, paikallistasolta valtakunnantasolle. Numeerisia karttoja koskevat markkina-tutkimukset ovat osoittaneet, että numeerista tieaineistoa tarvitsevien asiakkaiden tärkein vaatimus kaikissa Pohjoismaissa on aineiston ajantasaisuus. Yhden vuoden ikäistä tietoa pidetään kohtuullisena maksimina. Vain ajantasaisesta aineistosta voidaan arvostella muiden tekijöiden, kuten tarkkuuden, luotettavuuden ja tietosisällön merkitystä.<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> Nordisk Kvantif II, 1990

## 6 Paikkatietojärjestelmät

Tässä luvussa käsitellään paikkatietojärjestelmiä (Geographic Information Systems, GIS) yleensä sekä jonkin verran myös tietietokannan näkökulmasta. Aluksi käsitellään paikkatietojärjestelmiin liittyviä toimialoja, sen jälkeen paneudutaan käyttöönoton problematiikkaan ja paikkaan sidotun tiedon komponentteihin. Paikkatietojärjestelmien ominaisuuksia ja etuja perinteisiin menetelmiin verrattuna valotetaan myös. Automaattinen tietojenkäsittely tuo aivan uutta tehokkuutta paikkaan sidotun tiedon käsittelyyn ja analysointiin.

### 6.1 Yleistä

Painetut kartat ovat perinteisesti vuosisatojen ajan olleet ylivoimainen ja lähes ainoa tapa esittää ja jakaa paikkaan sidottua tietoa. Viimeisten 15-20 vuoden aikana kuitenkin numeeriset menetelmät ovat tulleet analogisten menetelmien rinnalle. Ne ovat pikkuhiljaa tehokkuutensa ja monipuolisuutensa ansiosta syrjäyttämässä ja esimerkiksi maanmittauslaitoksessa ne ovat jo syrjäyttäneet perinteiset kartanvalmistus- ja paikkatiedon hallintatekniikat. Hallinnollisella alalla paikkatietojärjestelmien käyttö päätöksenteon ja suunnittelun apuvälineenä lisääntyy jatkuvasti. Erilaiset logistiset paikkatietosovellukset lisääntyvät kuljetuksien hallinnasta riippuvaisilla aloilla.

### 6.2 Paikkatietojärjestelmien aktiivisimmat sidosryhmät

Eniten paikkatietojärjestelmien kanssa tekemisissä olevien alojen voi sanoa jakaantuvan kolmeen osa-alueeseen:

- Tekniset alat, jotka ovat vuorovaikutuksessa paikkatietojärjestelmien kanssa, käyttävät paikkatietojärjestelmiä ja luovat niille dataa
  - maanmittaustekniikka, geodesia
  - kartografia
  - kaukokartoitus
  - fotogrammetria
  - tekninen suunnittelu
- Hallinto ja päätöksenteko
  - luonnonvarojen inventointi ja hallinta
  - kaupunkisuunnittelu
  - kiinteistötietojärjestelmät verotusta ja omistuksen hallintaa varten (Land Information Systems)
  - kuuluvuusalueiden suunnittelu (matkapuhelimet, radio, TV)
  - markkinoinnin ja vähittäismyyntin suunnittelu

- kuljetusten reittien ja aikataulujen suunnittelu (logistiikan osa-alue)
- Tieteellinen tutkimus yliopistoissa, korkeakouluissa ja valtion tutkimuskeskuksissa<sup>20</sup>
  - arkeologia
  - historia
  - luonnonkatastrofit
  - ym

### 6.2.1 Kartografia ja paikkatietojärjestelmät

Kartografian alalla paikkatietojärjestelmillä on kaksi sovellusaluetta:

- kartanvalmistusprosessien automatisointi
- uudenlaisten karttatuotteiden valmistaminen numeerista aineistoa visualisoimalla ja käsittelemällä

Kartografialla on elintärkeä rooli paikkatietojärjestelmien kehittämisessä. Sen tehtävä on luoda periaatteet karttatuotteiden suunnittelulle. Karttojen pitää olla helposti luettavia ja tulkittavia ja niiden tulee täyttää tietyt kartografiset kriteerit. GIS on hyvin läheisessä suhteessa karttoihin ja on helppo huomata, että uudet tekniikat eivät välttämättä paranna tuotettujen karttojen kartografista laatua. Edistyneellä paikkatietojärjestelmällä tai julkaisujärjestelmällä on helppo saada aikaan vaikuttavan näköisiä karttatuotteita. Järjestelmä ei kuitenkaan osaa automaattisesti kontrolloida lopputuotteen kartografista laatua, vaan suunnittelijan on kyettävä suunnittelemaan kartta. Kuka tahansa ei ole kartografi, ja sen näkee monien tuotettujen karttojen laadusta.<sup>20, 21</sup>

### 6.2.2 Geodesia ja paikkatietojärjestelmät

Geodesia on paikkatietojärjestelmien kannalta tiedon tuottaja. Geodesia keskittyy kohteiden sijainnin määrittämiseen maan pinnalla. Geodesia käyttää sekä vaakaa- että pystydimensioita ja mittauksen tarkkuus on alle desimetrimin luokkaa. Geodeettisilla menetelmillä luodaan tarkkoja kiintopisteitä, joista taas voidaan mitata paikkatietojärjestelmän vaatimia koordinaatteja maaston kohteille ja ilmiöille. Paikkatietojärjestelmiä voidaan käyttää apuna esimerkiksi kiintopisteverkon teknisessä suunnittelussa, mutta voidaan sanoa, että paikkatietojärjestelmien esiinmarssi ei ole huomattavasti muuttanut itse geodeettista mittaus-

<sup>20</sup> toim. Goodchild & Kemp, 1990

<sup>21</sup> Artimo, 1994



tapahtumaa. Toisaalta GPS-mittaus tiedonkeruumenetelmänä on muuttanut geodeettisen mittauksen suorittamista varsin radikaalisti.

### 6.2.3 Kaukokartoitus ja paikkatietojärjestelmät

Kaukokartoitus on geodesian tapaan numeerisen tiedon tuottaja paikkatietojärjestelmille. Siinä hankitaan tietoa maan pinnan muodoista ja ilmiöistä satelliiteista tai lentokoneista käsin. Kaukokartoituksen käyttöön paikkatietojärjestelmissä liittyy kaksi huomioitavaa seikkaa:

- tuotteen laatua parannetaan käyttämällä lisätietoa, muuta numeerista dataa kyseessä olevalta alueelta. Esimerkiksi numeerista korkeusmallia voidaan käyttää apuna kun poistetaan vääristymiä kuvilta.
- Ollakseen käyttökelpoista päätöksenteon apuvälineenä, kuviin on liitettävä jotain muuta, muuten kuin avaruudesta kuvaamalla saatua dataa, esimerkiksi valtakunnan rajat, vesialueiden rajat, paikannimistö tms.

Kaukokartoituksella aikaansaatu materiaali on yksinomaan rasterimuotoista kuvamateriaalia. Sen yhteensopivuus paikkatietojärjestelmien kanssa on teknisesti kohtuullisen yksinkertaista, mutta tietomalleissa (data models), formaattistandardeissa ja kuvien resoluutioissa saattaa vielä tulla yhteensopivuusongelmia.<sup>22</sup>

### 6.2.4 Tieteellinen tutkimus ja paikkatietojärjestelmät

Tieteellisen tutkimuksen alalla on kasvavaa mielenkiintoa paikkatietojärjestelmien käyttöön tutkimuksen apuvälineenä. GIS:iä on sanottu mahdollistavaksi teknologiaksi tieteen kannalta, koska sillä on niin monia potentiaalisia käyttömahdollisuuksia tieteellisen tutkimuksen työkaluna. Paikkatietojärjestelmiä voidaan käyttää työkaluna muun muassa seuraavanlaisissa tutkimuskohteissa:

- globaalin ympäristön tutkimus - globaali ympäristötiede
- taudinaiheuttajien etsiminen - epidemiologia
- asutuksen, väestön jakautumisen ja kaupunkeihin muodostuvien väestöryhmien ymmärtäminen - antropologia, väestötiede, sosiaalimaantiede
- eläin- ja kasvilajien levinnäisyyden ja elinalueiden ymmärtäminen - maiseman ekologia

Paikkatietojärjestelmien sovellusalueiden toiminnot tieteellisessä tutkimuksessa käsittävät:

- peittokarttojen käytön erilaisten muuttujien yhteyksien määrittelyssä,
- tilastollisten analyysien tekemisen,
- erilaiset interpolaatiot,

<sup>22</sup> toim. Goodchild & Kemp, 1990

- muut analyysit,
- optimoinnit,
- simuloinnit,
- tiedon visualisoinnin sekä
- mahdollisuuden kolmiulotteisten, aikariippuvaisten sovellusten käyttöön.<sup>23</sup>

### 6.3 Paikkatietojärjestelmän käyttöönotto

Paikkatietojärjestelmän käyttöönottoon liittyy monenlaisia ongelmia ja kysymyksiä. On selvítettävä, millaista hyötyä numeerisiin menetelmiin siirtymisestä on ja ovatko hyödyt kustannuksia suuremmat. On päätettävä järjestelmän rakenne ja se, käytetäänkö valmista ohjelmistoa vai käytetäänkö aikaa oman, räätälöidyn systeemin luomiseen. On pystyttävä murtamaan vanhoihin, manuaalisiin menetelmiin tottuneiden työntekijöiden muutosvastarinta ja koulutettava heidät uuteen työskentelytapaan. On hankittava rahoitus laitteiston, ohjelmiston, uuden osaamisen ja mahdollisen lisähenkilökunnan hankkimista varten. Paikkatietojärjestelmän käyttöönoton vaiheet on esitetty taulukossa 8.

**Taulukko 8: paikkatietojärjestelmän käyttöönoton vaiheet<sup>24</sup>**

1. Tiedostaminen	Organisaatiossa työskentelevät ihmiset tulevat tietoisiksi GIS-teknologiasta ja sen potentiaalisista eduista
2. Järjestelmän vaatimusten selvittäminen	Tarveanalyysi
3. Järjestelmien arviointi	Vaihtoehtoisia järjestelmiä tutkitaan ja arvioidaan.
4. Käyttöönottosuunnitelman teko	Laitteiston, henkilökunnan, organisaatiomuutosten ja rahoituksen järjestäminen GIS:n käyttöönottoa silmälläpitäen
5. Järjestelmän hankinta ja aloitus	Järjestelmän infrastruktuuri on valmis, tietokantojen luominen ja tiedonkeruu alkaa
6. Operationaalinen vaihe	GIS:n ylläpidon ja päivityksen proseduureja kehitetään siten, että järjestelmä jatkossakin pystyy vastaamaan organisaation muuttuviin tietotarpeisiin.

<sup>23</sup> toim. Goodchild & Kemp, 1990

<sup>24</sup> Aronoff, 1989



#### 6.4 Paikkatiedon komponentit

Paikkatietojärjestelmät on suunniteltu paikkaan sidotun tiedon keräämiseen, varastointiin ja analysointiin. Esimerkiksi paloaseman tai erityisen eroosioherkän alueen sijainti ovat avainasioita tällaisen paikkaan sidotun tiedon käytössä. Järjestelmän vahvimmat puolet tulevat esiin silloin, kun käsiteltävän tiedon määrä on liian suuri manuaalisesti käsiteltäviksi.

Maantieteelliseen ilmiöön liittyvällä tiedolla on neljä pääkomponenttia:

- sijainti; missä se on,
- muut kuin sijaintiin liittyvät ominaisuudet; mikä se on,
- topologia; mikä on sen suhde muihin paikkaan sidottuihin ilmiöihin sekä
- aika; millä ajanhetkellä ilmiö on kuvattu.<sup>25</sup>

Maantieteellisen tiedon sijainnin kuvaamiseen käytetään koordinaatteja jossain tunnetussa koordinaattijärjestelmässä, kuten pituus- ja leveysasteina. Jotta paikkatietojärjestelmä olisi toimiva, pitää siihen tuotavat tiedot esittää jossain koko järjestelmälle yhteisessä koordinaattijärjestelmässä. Hyvin pienien alueiden käsittelyssä mikä tahansa ruudukko käy, mutta laajemmilla alueilla on käytettävä jotain kansallisesti tai kansainvälisesti hyväksyttyä järjestelmää. Suomessa tiedot yleensä esitetään Kartastokoordinaattijärjestelmässä, jossa Suomi on jaettu useaan projektiokaistaan, tai yhtenäiskoordinaatistossa, jossa koko Suomi on yhdellä kaistalla. Kaupungeilla ja kunnilla saattaa olla omia koordinaattijärjestelmiään, mutta niistä on helppo siirtyä valtakunnallisiin järjestelmiin.<sup>24</sup>

Muilla kuin sijaintiin liittyvillä ominaisuustiedoilla kerrotaan, mikä kohde tai ilmiö on kyseessä. Esimerkiksi Tiekannan tiestö on eroteltu peruskartan tieluokituksen mukaan siten, että jokaisella tieluokalla on oma luokkakoodinsa. Sen perusteella voidaan jo tehdä päätelmiä esimerkiksi tien leveydestä ja kulkukelpoisuudesta. Kun tieviivaan liitetään vielä tielaitoksen Tierekisterin tiedot, voidaankin jo saada tietoa nopeusrajoituksista, liikennemääristä, onnettomuuksien määristä, päällysteen laadusta ja kunnosta, kulkukorkeusrajoitteista yms. Tällaiseen ei-paikkaan sidottuun tietoon (non-spatial data) liittyy aina epätarkkuutta siten, että esimerkiksi alue, joka on paikkatietojärjestelmässä tai kartassa merkitty asuntoalueeksi ei olekaan 100% asuntoalue. Tällaiset epätarkkuudet eivät ole tavalliselle käyttäjälle kovin merkityksellisiä, mutta jos dataa käytetään esimerkiksi tilastollisten analyysien tekoon, voi epätarkkuuksista aiheutua merkittävä virhelähde.

Maantieteellisen datan kolmas ominaisuus on ilmiöiden keskinäiset suhteet. Nämä keskinäiset suhteet ovat usein hyvin lukuisia, ne saattavat olla monimutkaisia ja ne ovat hyvin tärkeitä. On hyvä tietää, missä palopostit sijaitsevat, ja on hyvä tietää missä palaa. Mutta näistä tiedoista tulee monin verroin arvokkaampia, kun järjestelmä pystyy näyttämään palokunnalle lähimpänä paloa sijaitsevan vesipisteen.

<sup>25</sup> Aronoff, 1989



Tietietokannasta voi ottaa esimerkin, jossa kaksi tietä risteää, mutta puuttuu tieto, onko pienemmältä tieltä ollenkaan pääsyä isommalle vai onko kyseessä vain toisensa alittavat tieurat ilman yhteyttä.

Maantieteellinen data liittyy aina johonkin tiettyyn ajanhetkeen. Peruskartalle painetun pellon muoto ja viljelyaste on siltä hetkeltä, kun kartoittaja on käynyt toteamassa tilanteen. Kartoitushetkellä korkea metsä saattaa jo tietoa paikkatietojärjestelmään vietäessä tai karttaa painettaessa olla hakattu paljaaksi. Siksi numeeriseen paikkatietoon tulisi aina liittyä aikakomponentti, jonka perusteella voidaan arvioida tiedon käyttökelpoisuutta. Jos alueella tapahtuu paljon muutoksia, tällainen tieto voi vanhentua nopeastikin ja olla siten arvotonta suunnittelun apuvälineenä. Historioitsijoille vanhalla, tiettyyn ajanhetkeen sidotulla tiedolla voi tosin olla suurtakin merkitystä.<sup>26</sup>

Perinteisesti tällainen tieto on varastoitu karttoina, tilastoina, nimi- ja osoitelistoina tai muina manuaalisina tuotteina. Kun tietomäärä kasvaa suureksi, esimerkiksi satoihin tuhansiin kohteisiin, joihin jokaiseen liittyy kymmeniä, jopa satoja ominaisuuksia, on tiedon tehokas analysointi perinteisin manuaalisin menetelmin jokseenkin mahdotonta. Mutta kun tiedot on talletettu GIS-järjestelmään, niitä voidaan helposti käsitellä ja analysoida tavalla, joka olisi manuaalisin menetelmin liian kallista, hidasta tai käytännössä mahdotonta.<sup>26</sup>

### **6.5 Paikkatietoon liittyviä taloudellisia näkökohtia**

Hyvä paikkatietojärjestelmä voi alentaa esimerkiksi yhdyskuntateknisten laitteistojen käytön ja kunnossapidon kustannuksia huomattavasti. Pohjoismaissa yhdyskuntateknikan vuosittaisten kustannusten lasketaan olevan lähes 100 miljardia markkaa. Niiden käytössä ja kunnossapidossa tarvitaan sijaintiin liittyvää tietoa, mutta samaa tietoa tarvitaan myös suunnittelussa, rakentamisessa ja päätöksenteossa. Automaattisen tietojenkäsittelyn lisääntyessä paikkatieto tukee yhä enemmän myös kaikkia näitä tehtäviä.

Jos tiedon käsittelyssä saadaan järjestelmään investoimalla aikaan pienikin parannus, voi markkamääräisesti laskettava hyöty olla varsin huomattava. Yhteispohjoismainen projekti Nordisk Kvantif on selvittänyt, millaisia hyötynäkökohtia liittyy yhdyskuntateknisissä sovelluksissa käytettävään suurimittakaavaiseen (1:200-1:5000) numeeriseen paikkatietoon. Tutkimus osoitti, että tällä alueella yhteiskunta voi saada aikaan huomattavia säästöjä siirtymällä manuaalisesta numeeriseen tiedonkäsittelytekniikkaan.<sup>27</sup>

Nordisk Kvantifin toinen tavoite oli selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat onnistumiseen siirryttäessä automaattisiin menetelmiin paikkatiedon käsittelyssä.

<sup>26</sup> Aronoff, 1989

<sup>27</sup> Nordisk Kvantif, 1987

Johtopäätöksenä todettiin, että paras hyöty saavutetaan silloin, kun järjestelmän perustaminen ohjautuu käyttäjien tarpeen mukaan. Jos on liikaa suuntauduttu tuotantoteknisiin kysymyksiin, on hyöty jäänyt pieneksi. Muutokseen liittyvistä strategisista näkökohdista ei tällöin ole riittävästi huolehdittu.

Ydinkysymys on, kuinka voitaisiin parhaiten hyödyntää mahdollisuudet tai välttää ongelmatilanteet, jotka liittyvät tiedon tallentamisen ja tulostamisen standardointiin. Standardointia pidetäänkin numeerisen karttatekniikan tärkeimpänä tunnusmerkkinä. Jos tallennetut tiedot ovat standardoituja, on niiden yhteiskäyttö mahdollista. Eri loppukäyttäjät voivat hyödyntää vain tietoa, joka on saatavissa heidän paikkatieto-ohjelmistonsa ymmärtämässä formaatissa. Jos tällaista paikkaan sidottua, tietyn standardin mukaista tietoa on helposti saatavissa alueelta kuin alueelta, monet loppukäyttäjät mieluummin ostavat aineiston kuin yrittävät saada sen itse aikaiseksi. Tämä taas voi johtaa suuriin ajallisiin ja taloudellisiin säästöihin, kun kaikkea ei tarvitse keksiä tai numeeristaa itse.<sup>28</sup>

---

<sup>28</sup> Nordisk Kvantif, 1987



## 7 Tiekanta-koeprojekti

Tiekanta-koeprojekti tehtiin vuonna 1991 Maanmittaushallituksen ja Mikkelin kartasto- ja tietopalvelutoimiston yhteistyönä. Koeprojektin tarkoituksena oli kokeilla erilaisia tiedonkeruutapoja valtakunnallisen tietietokannan, Tiekannan, perustamisessa.

Tässä luvussa kuvataan Tiekanta-koeprojektissa tehty työ. Kokeillut tiedonkeruumenetelmät käydään läpi ja esitetään arvioita niiden sopivuudesta valtakunnallisen tieverkkotietokannan tiedonkeruun menetelmäksi. Lisäksi kuvataan joitain erityisesti kuvaruutudigitointiin liittyen tehtyjä ohjeita, joiden avulla työntekijöitä koulutettiin tiedonkeruuseen.

### *7.1 Kuvaruutudigitointi Tiekannan perustamisessa*

Maanmittaushallituksessa Pasilassa käytettiin yhtenä tiedonkeruun menetelmänä kuvaruutudigitointia, jossa skannattuja peruskartan pohjaelementtejä käyttäen tallennettiin tiestön geometria viidentoista kunnan, joista kaksi kaupunkia, alueelta Mikkelin läänissä. Laitteistona oli 486-prosessorilla varustettu pöytätietokone sekä Intergraphin Microstation PC 4. 0 -ohjelma vektorimuotoisen ja I/RAS PC-ohjelma rasterimuotoisen tiedon käsittelyyn. Peruskarttojen paino-originaaleilta skannatut rasterimuotoiset peruskarttapohjat olivat näytöllä taustana, jonka mukaan tiestö digitointiin vektorimuotoon.

Tieviivan digitointi tapahtui siten, että Microstation-murtoviivatyökalulla digitointiin rasterikuvan mukaisesti teiden keskiviivaa. Tieluokka tarkistettiin kyseisen peruskarttalehden paperikopiolta. Tuoreempaa tietoa tieluokista haettiin GT-kartoilta. Tiestöstä on muodostuttava yhtenäinen verkko, joten kaikkien risteyksistä lähtevien tieviivojen on liityttävä toisiinsa. Lisäksi risteyksien välisiä tievälejä on voitava käsitellä erikseen, joten murtoviiva ulottuu aina enintään risteyksestä seuraavaan risteykseen.

Lisätukena käytettiin kulloisenkin peruskarttalehden painettua kappaletta ja GT-kartan uusinta versiota. Rasterimuotoisten karttalehtien esikäsittelyyn kului aikaa noin 20 minuuttia lehteä kohti, koska rasterikuvatiedostot piti sijoittaa oikeisiin koordinaatteihin sekä leikata ylimääräinen rasteridata kuten kehysmerkinnät pois. Skannattu peruskartan pohjaelementti on vain kuva ilman paikkasidonnaisuutta, kunnes sille annetaan jonkin koordinaattijärjestelmän koordinaatit. Lisäksi itse skannaus eli kuvien rasterointi vei aikaa siirtymisineen skannerin omistavaan konsulttifirmaan.

Kun esityöt jaksotettiin sopivasti tai tehtiin varsinaisen työajan ulkopuolella tai esim. ruokatunneilla, ei esikäsittelyaika, vaikka veikin henkilötyöaika, välttämättä katkaissut tuotantotyötä. Tiestön geometrian tallentaminen peruskartan

tieluokitusta vastaavan ryhmittelyn mukaan oli kohtuullisen nopeaa. Kun digitointiohjelma oli ollut käytössä noin 90 työpäivää, oli tänä aikana tallennettu tiestön geometria noin 80 peruskarttalehdeltä, mikä vastaa vajaan yhden lehden päivävauhtia. Toisaalta lähes 70% näistä lehdistä oli tehty kyseisen ajan jälkimmäisellä puoliskolla, jolloin päivässä oli valmistunut noin 1. 2 peruskarttalehteä. Rantasalmen, Enonkosken, Haukivuoren ja Joroisten tiestöt talletettiin 19 työpäivän aikana. Kokonaisia karttalehtiä näiden kuntien alueella on päällekkäisyydet pois lukien noin 35 kappaletta, joten keskimäärin oli tallennettu vajaan kahden peruskarttalehden tiegeometria työpäivän aikana. Tähän ajanjaksoon kuitenkin sisältyy päiviä, jolloin työtä ei ole voitu tehdä täysipainoisesti.

Tuntikirjanpidon perusteella kokonaisen peruskarttalehden tiestön digitointiin on mennyt aikaa keskimäärin runsaat kolme tuntia, joten jos työtä tehtäisiin kahden henkilön toimesta siten, että digitoitaisiin katkoitta klo 7. 00-17. 15, voisi työpäivän aikana tallentaa kolmesta neljään karttalehden tiestön geometria.

Työntekijöiden kouluttaminen ohjelmiston käyttöön oli kohtuullisen helppoa. Käyttäjäystävällinen käyttöliittymä ja symboleilla kuvatut piirto- ja muokkaustyökalut tekivät käytön helpoksi, vaikka aluksi käyttöliittymä oli englanninkielinen. Tieluokittelun apuna käytetty MDL-ohjelma osaltaan teki digitointia selväpiirteisemmäksi, kun halutun tieluokan saattoi valita suomenkielisestä valikosta, ja kulloinenkin tieviiva ohjautui automaattisesti oikealle tasolle oikean näköisenä.<sup>29</sup>

### **7.1.1 Tielaitoksen tienumerokartan tienumeroinnin liittäminen peruskartoilta digitoituun tieaineistoon**

Tierekisterin numerointi voidaan liittää digitoituun tieaineistoon siten, että digitoidaan Tiererekisterin jakopisteitä vastaavat tienristeykset tai muut segmenttien päätepisteet digitoidulta tieaineistolta. Digitoituja pisteitä yhdistäviin viivoihin liitetään Tiererekisterin vastaava tienumero. Tienumeroinnista tehtiin oma vektoritiedosto. Rasteroitu tienumerokartta avataan taustalle ja peruskartalta digitoidut tiet sisältävä vektoritiedosto liitetään referenssiksi. Tiererekisterin jakopisteitä vastaavat risteykset valitaan referenssitiedostosta, tartutaan pisteeseen, piirretään viiva seuraavaan risteykseen ja tartutetaan viivan toinen pää siihen.

Oikean risteyksen tai muun jakopisteen valinta tapahtuu siten, että etsitään rasterikartan avulla Tiererekisterin jakopisteen läheltä se referenssinä olevan vektoritiedoston risteys- tai muu piste, joka todennäköisimmin on valittu Tiererekisterin todelliseksi jakopisteeksi. Yleensä oikea piste on tieluokiltaan ylimpien teiden risteys, joka löytyy jakopisteen välittömästä läheisyydestä. Koordinaattien avulla tekstikenttä, tässä tienumero, voitaneen ohjelmallisesti liittää tiettyyn digitoituun tienosaan. Yhteisenä tekijänä peruskartasta digitoidulla tiellä ja

<sup>29</sup> Tiekanta, 1991



Tierekisterin numeroon liittyvällä viivasegmentillä on täsmälleen samat päätepisteiden koordinaatit.

## 7.2 Stereokartoitus Tiekanta-koeprojektissa

Stereokartoitusta kokeiltiin Tiekannan perustamisessa marras-joulukuun 1991 aikana. Koeprojektin tarpeita silmällä pitäen Kangasniemen tiestö kartoitettiin stereokartoituskojeella. Kartoituskojeena oli ADAM B8 -konversio ja tiedonkeruuohjelmana Maagis. Kartoitus tehtiin Topografikunnan 1:60000 mittakaavaisilta korkeakuvilta. Kuvien laatu oli hyvä ja ne soveltuivat hyvin tiestön kartoitukseen. Kuvien orientointi ei vienyt merkittävää osaa työajasta, parhaassa tapauksessa mallin orientointiin meni aikaa noin 10 minuuttia. Yksi malli kattaa hieman vajaan peruskarttalehden alueen. MMH:ssa tukipisteiden ja niiden koordinaattien selvittäminen kävi suhteellisen nopeasti, koska koordinaattitiedot ja kuvat löytyivät samasta talosta ilman odottelua.

Kangasniemen tukipisteistön kolmiointi oli juuri valmistunut, joten pisteet oli helppo löytää myös korkeakuvilta. Muiden läänien Kartoitus- ja tietopalvelu-toimistoissa tämä vaihe vaatisi tarkkaa ennakkosuunnittelua ja olisi silti hankalaa, koska rekisterit ja kuvaoriginaalit ovat Pasilassa. Tässä tapauksessa mittauksen ennakkovalmisteluihin kului aikaa peruskarttalehteä kohden suurin piirtein saman verran kuin yhden skannatun lehden käsittelyyn. Toisaalta Kangasniemen alue oli esimerkki alueesta, jolla ei normaalisti tehtäisi tiestön tallennusta stereokartoituksella, koska tuore tukipisteistö viittaa siihen, että alueelta on lähiaikoina tulossa numeerinen peruskartta. Kangasniemen alue koealueena antaa siis liian hyvän kuvan stereokartoituksen käyttökelpoisuudesta tietietokannan perustamisessa.

Jos tukipisteet joudutaan hakemaan yli 20 vuotta vanhoista aineistoista, voi esitöiksi mallia kohden laskea arviolta tunnista puoleentoista. Sijaintitarkkuudeksi voidaan tällöin arvioida  $\pm 5$  m, mikä ei ole merkittävästi peruskartan 7-10 metrin keskivirhettä parempi. Itse mittaus vei enemmän aikaa kuin kuvaruutudigitointi. Kuukausiraportin mukaan aikavälillä 28.10.-30.11.1991 käytettiin tiestön kartoitukseen 24 työpäivää ja suoritteeksi kirjattiin 860 km<sup>2</sup>, mikä vastaa 8,6 peruskarttalehteä. Keskimäärin peruskarttalehden tiestön kartoitukseen meni näin ollen aikaa noin 2.8 työpäivää. Yksi stereomalli kattaa operaattorin mukaan noin 3/4 peruskarttalehdestä, joten mallia kohti aikaa kului noin 2.1 työpäivää. Tämä nopeus ei vähäinen tarkkuuden paraneminen huomioiden riitä tiekannan perustamiseen, vaan vaatimus olisi jopa kaksi mallia työpäivää kohti.<sup>30</sup>

<sup>30</sup> Tiekanta, 1991

### 7.3 Differentiaalinen GPS-mittaus Tiekan perustamisessa

Differentiaalisen GPS-mittauksen suorituskykyä numeerisen tietokannan perustamisessa kokeiltiin Tiekan-projektin yhteydessä Mikkelin ympäristössä elokuussa 1991. Kokeilu tehtiin kahden viikon aikana ja se sisälsi laitteiston asentamisen mittausajoneuvoon, kiinteän GPS-pisteen mittaustyön sekä GPS-mittausta Anttolassa, Hirvensalmella ja Mikkelin maalaiskunnassa sekä myös jonkin verran Mikkelin kaupungissa. Mittauskalustona oli GPS-laite antennineen sekä ns. Dead Reckoning (DR)-laitteisto jaksokatkojen varalle. GPS vaatii näkyvyyden vähintään kolmeen satelliittiin, jotta paikanmääritys olisi mahdollinen. Kun näkyvyys on tilapäisesti rajoitettu rakennusten tai luonnonesteiden takia, kytkee ohjausyksikkö DR-järjestelmän päälle. DR mittaa sijaintia vektorimuotoisesti elektronikompassin antaman suunnan ja auton matkamittariin kytketyn infrapuna-anturin antaman matkan mukaan lähtien viimeisestä GPS:llä mitatusta pisteestä. Kun taas vähintään kolme satelliittia on kiinni, järjestelmä kytkeytyy automaattisesti GPS-mittaukselle. GPS- ja DR-havainnot kootaan yhteen ns. lokitiedostoon, jota varten on oltava kannettava tietokone.

GPS- ja DR-havainnot on varustettu sekä kiinteässä että liikkuvassa laitteessa aikaleimalla, jonka perusteella samanaikaiset havainnot voidaan yhdistää ja laskea laitteiden välinen koordinaattiero kullakin ajanhetkellä. DGPS-menetelmän tarkkuutta on tutkittu MMH:n Runkomittausosastolla vuonna 1990 tehdyssä kokeilussa<sup>31</sup>, jossa koepisteiden keskivirheet olivat alle 5m. Tämä tarkkuus riittää tiekantaan tässä vaiheessa. Tiekan-projektin kokeilussa ei siten painotettu niinkään DGPS-mittauksen tarkkuutta vaan sen ajassa ja kilometreissä mitattavaa suorituskykyä, sillä oli tarkoitus selvittää, pystyykö menetelmä kilpailemaan muiden tiedonkeruutapojen kanssa tietokannan perustamisessa.

Laitteiston asentaminen autoon oli varsin aikaavievä toimenpide kaikkine valmisteluineen. Autoon asennettiin GPS-vastaanotin, elektronikompassi, matkanturi, kannettava tietokone sekä ohjausyksikkö GPS- ja DR-havaintojen ohjaukseen. Lisäksi piti asentaa varoitusvilkku, koska työtä tehtiin tiellä normaalin liikenteen seassa. Aikaa asennustyöhön meni noin kaksi henkilötyöpäivää.

Varsinaisen mittauksen valmistelevat työt, eli kiinteän vastaanottimen asennus tukipisteelle, autolaitteiden käyttökuntoon laitto ja mittausalueelle siirtyminen veivät aikaa noin yhden tunnin päivittäin riippuen siirtymismatkasta ja siitä, asennettiinko yksi vai kaksi kiinteää vastaanotinta.

Kun mitattiin käyttäen DR-laitteistoa, lokitietokoneen akkujen kesto aiheutti rajoituksia mittausajalle. Tämä siksi, että tietokone ei sietänyt auton sähköjärjestelmän jännitteen vaihtelua ja jouduttiin turvautumaan tietokoneen omiin akkuihin. Akuissa riitti virtaa yleensä runsaan tunnin yhtäjaksoiseen käyttöön, jonka jälkeen akut ladattiin ja voitiin mitata toinen tunti. Toinen

<sup>31</sup> Byman, 1990



rajoittava tekijä kokeilun aikana oli kiinteän tukiaseman rajoitettu muistikapasiteetti. Nykyään Yleisradion RDS-radiosignaaliin lähetettävä tosiaikainen DGPS-palvelu ratkaisee tämän ongelman.

Anttolan asemakaava-alueella mitattiin kahden päivän aikana noin 50 km katuja ja ajoteitä, ja aikaa päivittäin meni kaikkien valmistelujen ja havaintojen käsittelyjen kanssa molempina päivinä n. kuusi tuntia. Auton miehityksen on oltava kaksi henkeä. Tämä tarkoittaa sitä, että tietä mitattiin runsaat kaksi kilometriä henkilötyötuntia kohden.

Toisella viikolla mitattiin pelkällä GPS-laitteella, jolloin voitiin mitata koko edullinen mittausaika yhteen menoon. Tällä tavalla ajettiin tielaitoksen teitä Mikkelin maalaiskunnan alueella, jolloin saatiin GPS-havaintoja suurimman osan aikaa. Suuremmista nopeuksista ja pidemmästä yhtämittaisesta mittausajasta johtuen kahden työpäivän aikana saatiin mitattua noin 450 kilometriä, mikä henkilötyötunneiksi muutettuna vastaa hiukan alle 20 kilometriä tunnissa.

Tämä tarkoittaa, että kaikkine esi- ja jälkitöineen differentiaalinen GPS-mittaus ei ole ainakaan nykyisessä muodossaan kilpailukykyinen vaihtoehto kuvaruutu- tai pöytädigitoinnille. Sen suurin varjopuoli on maaston peitteisyyden suuri vaikutus mittaustulokseen. Yleensä juuri ne tiet, joista ei ole olemassa numeerista tietoa, ovat pienehköjä ja usein keskellä metsää. Kun mittaus onnistuakseen vaatii "näköyhteyden" ainakin kolmeen satelliittiin yhtäikaa, ei metsäautotieltä saa kovin montaa luotettavaa mittaushavaintoa.

Tähän nivoutuu myös DR-mittausmenetelmän suurehko epävarmuus ja -tarkkuus. Jos pistotien mittaa siten, että luotettava GPS-havainto saadaan vain tien alusta ja ehkä satunnaisesti joiltain avoimilta paikoilta matkan varrelta, ei mitatun tien sijaintitarkkuudelle voi antaa kovin hyvää arvoa.

Mittausautossa on ainakin kokeilun aikaisella kalustolla ja ohjelmistolla oltava vähintään kaksi henkilöä, jollei muuten niin liikenneturvallisuuden takia. Tietokonelaitteisto vaatii operointia ajon aikana, mikä veisi yksin ajavan kuljettajan huomiota liikaa pois liikenteestä. Tämä nostaa itse mittaustapahtuman henkilökustannukset varsin korkeiksi.

#### ***7.4 Satelliittikuvat Tiekannan perustamisessa***

Mikkelin pohjoispuolelta oli koeprojektin käytettävissä SPOT-satelliitin pankromaattinen (musta-valkoinen) kuva 10 metrin pikselikoolla vuodelta 1989. Tulkintaan käytettiin TOPOS-ohjelmaa 386-mikrolla ja normaalilla 14" vga-näytöllä. Ohjelmalla pystyi suurentamaan pienen osan kuvaa siten että yksittäiset pikselit erottuivat usean millin kokoisina (esim. noin 1:2000 kaavassa kuvavuorudulla). Ohjelma etsi haluttaessa lähinnä kursoria olevan kirkkaimman pikselin. Tämä ominaisuus nopeutti tien tulkintaa kun visuaalisesti oli löydetty

taustaa vaaleampi pitkänomainen muoto ja tulkittu se mahdolliseksi tieksi. Ilman tulkintatukea työ sujui kohtuullisella nopeudella.

Kun otettiin muutaman vuoden takainen peruskartta tulkinnan tueksi, paljastui menetelmän heikkous. Tulkinta oli onnistunut vain pääteiden osalta ja pikkuteistä metsäalueilla. Lähes kaikki tiet peltoalueilla ja tiet ja kadut taajamissa piti ensin etsiä peruskartasta ja sen jälkeen katsoa satelliittikuvasta näkyisivätkö ne myös siellä. Kuvan erottelukyky ei ollut riittävä, jotta vaalealla pellolla kulkevan tieviivan olisi siitä voinut kiistattomasti tulkita ilman tulkintatukea.

Helmikuussa 1992 tehtiin toinen koetyö Topos pc-ohjelmistolla ja SPOT-satelliittikuvalla vuodelta 1990. Työn tarkoituksena oli selvittää epävarmoina viivoina tallennettujen teiden ja kaavateiden olemassaolo ja sijainti. Rasterikuvan koko oli 40\*40 km<sup>2</sup> ja sille oli siirretty vektorimuodossa peruskartoilta ja maankäytönrajoituskartoilta digitoidut tiet sekä virastokartoilta digitoidut Mikkelin kaupungin kadut. Työmenekistä voitiin todeta, että hyvin toimineella Topos-ohjelmalla voidaan tarkastaa 1:100 000 lehti (12 pkl) päivässä. Käyttö edellyttää kuvan olemassaoloa ja saatavuutta nimelliseen hintaan.

Satelliittikuva 60x60 km alueelta maksaa kuitenkin yli 10 000 mk. Tämä vastaa 36 peruskarttalehden aluetta. Satelliittikuvina ostettuna yhden peruskarttalehden kattavan alueen hinnaksi tulisi lähes 300 markkaa, mikä ei ole kilpailukykyinen rasteroidun peruskarttalehden hinnan kanssa. Kun lisäksi otetaan huomioon satelliittikuvatulkinnan epävarmuus ja se, että kuitenkin tarvitaan painettu peruskartta tulkinnan tueksi, ei satelliittikuvatulkinta ole kilpailukykyinen vaihtoehto Tiekannan tiedonkeruun välineeksi.

### **7.5 Pöytädigitointi**

Mikkelin kartasto- ja tietopalvelutoimistossa digitointiin Mikkelin läänin eteläpuolen tiestöä Maagis-ohjelmistolla. Tiestö tallennettiin pöytädigitointina kahdella VaxStation 3100- työasemalla. Maagiksen avulla digitointi lähti nopeasti käyntiin, koska ohjelma oli käyttäjille ennestään tuttu työkalu. Kartoittajat olivat aiemminkin tehneet kartantoimittamistöitä Maagis-ohjelmistolla. Tiekanta-projektin tiedonkeruuta varten Maagis-ohjelmaan tehtiin Tie-niminen sovellushaara, joka ei kuitenkaan olennaisilta osiltaan poikennut vanhasta Maagis-sovelluksesta. Varsinaista ohjelmiston opetteluaikaa ei siten tarvittu.

Myös muuten työskentely-ympäristö, kuten työasemat, oli valmiina ja työhön liittyvät oheisrutiinit kuten kartta-aineiston hankinta olivat jo tuttuja. Itse tallennustyön nopeus oli samaa luokkaa kuin kuvaruutudigitoinnissa, alussa reilustikin nopeampaa johtuen valmiista ohjelmisto- ja laiteinfrastruktuurista.

Pöytädigitointi Maagiksella oli sikäli houkutteleva vaihtoehto valtakunnallisen tietietokannan tiedonkeruun välineeksi, että ohjelmisto oli jo olemassa, se on tehty nimenomaan karttatiedon tallentamiseen ja lisäksi siitä oli jo käyttökokemuksia



Maanmittauslaitoksen piirissä. Rasterikuvan käsittely oli Maagiksessa vielä koeprojektin aikana jokseenkin kömpelöä, joten tiedon tallennus oli tehtävä pöytädigitointina. Kyseessä oli kuitenkin vasta ensimmäinen rasterikuvien käsittelyyn tehty ohjelmaversio, ja nykyään Maagiksen rasterikuvankäsittelykin on varsin sujuvaa. Koeprojektin aikaan Maagis ei pystynyt vielä käsittelemään edes kokonaista 1:10000 karttalehteä, saati sitten peruskarttalehteä riittävällä resoluutiolla. Tällaisenaankin se silti soveltui numeerisen peruskartan tekoon, koska siinä samalla 1:10000 neljänneksellä tehdään paljon työtä. Mutta pelkän tietiedon tallentamiseen se ei sovi, koska rasterikuvien vaihtelu veisi kohtuuttoman suuren osan työajasta.

## 7.6 Yhteenveto

Tiekanta-koeprojektissa kokeiltujen tiedonkeruumenetelmien hyvät ja huonot puolet on lueteltu taulukossa 9.

**Taulukko 9: Tiekanta-koeprojektissa kokeillut tiedonkeruumenetelmät**

Tiedonkeruumenetelmä	+++	---
Kuvaruutudigitointi	Digitointi helppoa  Kaikki aineisto numeerista, digitointipöytää ei tarvita	Karttalehtien skannaus ja rasteritiedostojen esityöt vievät aikaa  Skannauksesta ylimääräisiä kustannuksia
Stereokartoitus	Hyvä tarkkuus	Hidasta
Differentiaalinen GPS	Itse mittaus nopeaa ja tarkkaakin, edellyttäen että maasto ei ole peitteistä	Esitöineen hidasta  Maaston peitteisyys suuri ongelma Suomessa  Dead-reckoning epävarmaa ja -tarkkaa
Satelliittikuvatulkinta	Nopeahkoa	Tulkinta epävarmaa, vaatii muuta aineistoa tulkinnan tueksi  Materiaali kallista

jatkoa edelliseltä sivulta

Pöytädigitointi  (valittiin pääasialliseksi tiedonkeruumenetelmäksi)	Ennestään tuttu menetelmä ja ohjelmisto  Laitteet, painettu materiaali ja ohjelmisto jo olemassa  Nopeahkoa	
--	---	--

Pöytädigitointi Maagis-ympäristössä toimivalla Tie-sovelluksella ja myöhemmin Maastotietojärjestelmä-sovelluksella valittiin Tiekannan perustamisvaiheen pääasialliseksi tiedonkeruumenetelmäksi. Tätä puolsi vahvasti tarvittavan ohjelmiston ja laitteiston olemassaolo. Lisäksi digitoinnissa tarvittavat originaalit, 1:20000-mittakaavaiset peruskartat sekä niiden paino-originaalit mittakaavassa 1:10000 olivat maanmittauslaitoksen omia ja siten helposti saatavilla. Tämän menetelmän valinta minimoi myös työntekijöiden koulutustarpeen, koska aineisto, ohjelmisto ja työskentelytapa oli entuudestaan tuttu.

### **7.7 Työntekijöiden kouluttaminen**

Työntekijöiden kouluttaminen Tiekannan tiedonkeruuseen tapahtui siten, että Maanmittaushallituksesta käytiin läänien Kartoitus- ja tietopalvelutoimistoissa pitämässä erityisiä koulutuspäiviä, jolloin käytiin läpi tiedonkeruussa käytettävä Maagis-sovellus sekä neuvottiin ja opastettiin työntekijöiden kohtaamissa ongelmissa. Aluksi käytiin opastamassa erityisesti tiestön keräämistä sitä varten tehdyllä Maagis-sovelluksella. Koska kuitenkin samaan aikaan oltiin ottamassa käyttöön Maastotietojärjestelmää (MTJ), jolla tehdään numeerista peruskarttaa ja jonka kohdemalli on tiestön osalta yhtenevä Tiekannan kanssa, otettiin MTJ käyttöön myös tiestön digitoinnissa ja tiestön keräämiseen liittyvä koulutus yhdistettiin MTJ-koulutukseen.



## 8 Tiekannan käyttöönotto ja ajantasaistus

Tässä luvussa käsitellään työvaiheita tekniseltä kannalta ja raportoidaan koeprojektissa saaduista kokemuksista. Käyttöönotto-käsite on luotu numeerisen kiinteistörajakartan tuotannon yhteydessä kuvaamaan vaihetta joka tarvitaan pitkän kartanvalmistusprosessin aikana ajantasaisuutensa menettäneen tiedon ajantasallepanoon ennen siirtymistä jatkuvaan ajantasallapitoon.

Tiekannassa työvaiheen erillisenä tekee tarpeelliseksi vanhentuneen peruskartta-aineiston käyttö tiedonkeruun pohjana. Peruskartan keski-ikä vuonna 1991 oli noin 5,8 vuotta. Kun tavoitteena on kuvata tiestö sellaisena kuin se tallennushetkellä on luonnossa, on esimerkiksi viisi vuotta vanhalta peruskartalta kerätty tiestö saatettava nykyhetken tasalle ennen aineiston julkistamista. Työvaihe ei siis mitenkään liity suomalaisten hitauteen tai osaamiseen kartantekijöinä. Se tunnetaan myös muissa maissa. Kanadassa New Brunswickin osavaltiossa käytetään termiä 'initial lift' kuvaamaan numeerisen kiinteistörekisterin perustamisen ja käyttöönoton välillä olevaa työvaihetta.<sup>32, 33</sup>

Lopuksi tässä luvussa kuvataan, mihin johtopäätöksiin Tiekanta-projektin perusteella päädyttiin valtakunnallisen tieverkkotietokannan perustamisen menetelmistä ja laitteistoista.

### 8.1 Tielaitoksen tiet

Tiekantaan riittävä tarkkuus on saatavissa tielaitoksen tiesuunnitelmien yleiskartasta, joka useimmista hankkeista valmistetaan peruskarttapohjalle 1:20000. Näistä kartoista ei kuitenkaan selviä yksityisteissä tapahtuvien muutosten lopullinen toteutustapa. Siksi on parempi kerätä 1:2000 mittakaavaiset lopulliset suunnitelmakartat niistä hankkeista, jotka ovat valmistuneet viimeisen peruskartoituksen jälkeen. Joissain tapauksissa nämä kartat ovat erillis-koordinaatistossa ja ne on sovitettava vanhaan tieverkkoon. Suurimmista hankkeista on kartat saatavissa numeerisena. Tien keskilinjän poimiminen detaljitasoisista suunnitelmista voi kuitenkin vaatia enemmän vuorovaikutteista työskentelyä kuin piirroksilta digitointi.

### 8.2 Kuntien aineistot

Kartasto- ja tietopalvelutoimistot pitävät yllä ajantasaista kaavayhdistelmää 1:2000 mittakaavassa kaikista asema- ja rakennuskaava-alueista. Niissä ei karttapohja ole ajantasalla. Kaava-elementti taas kuvaa kaikki alueet, joille on sallittua rakentaa - ts. myös tulevaisuudessa rakennettaviksi aiotut kadut. Tietomalli mahdollistaa

<sup>32</sup> MMH, 1993

<sup>33</sup> Tiekanta, 1991

näiden katujen digitoinnin omalle tasolleen ja siirtämisen Tiekantaan sitä mukaa kuin niiden tiedetään valmistuneen joko rakennustyömaa-ajoon tai niistä saadaan käyttöön ilmoitus. Jos kaavan pohjakartassa on hyvä runko - mieluiten kartastokoordinaattijärjestelmä (kkj) - voi näiden karttojen digitointi peruskartan sijaan tulla kyseeseen.

Satakertaisen lehtimäärän (1:20'000 ->> 1:2000) digitointia kannattaa kuitenkin harkita tarkoin. Se voi tulla kyseeseen alueilla, joista on lähiaikoina tekeillä maastotietokanta stereokartoituksena. Useimmat kaupunkikunnat pitävät jatkuvasti ajantasalla virastokarttaa 1:4000-1:5000 mittakaavassa. Se on sopivin pohja Tiekannan tallennukseen.

### **8.3 Metsätiet**

Yksityismetsätalous saa valtionapua metsäautoteiden rakentamiseen. Peruskarttapohjalle 1:10000 laaditut hankekartat löytyvät sekä kunnissa sijaitsevista metsänhoitoyhdistyksistä että keskitetysti piirimetsälautakunnista, joita on yksi tai kaksi joka läänissä. Piirimetsälautakunnissa ylläpidetään 1:20000 kartastoa, johon kaikki tie- ja ojitushankkeet siirretään. Nämä pahville alustetut kartat eivät kovin hyvin sovellu digitoitaviksi muualla kuin piirimetsälautakunnan tiloissa.

Tiehankkeita ei välttämättä toteuteta tarkasti suunnitelman mukaan, joten yhdistelmäkarttakin olisi tarkkuudeltaan riittävä. Erilliset hankekartat on kuitenkin helpompi siirtää Kartasto- ja tietopalvelutoimistoihin digitoitavaksi. Piirimetsälautakunnassa 5 vuoden hankkeiden löytäminen on melkoinen työ, mutta kunnan alueesta vastaavassa metsänhoitoyhdistyksessä tiehankkeisiin liittyvät tiedot pysyvät paremmin hallinnassa. Metsäyhtiöt omistavat 7% metsämaasta. Kuntien, seurakuntien ja yhteisöjen osuus on 4%. Metsäyhtiöillä on monissa kunnissa edustajansa, jotka ovat hyvin selvillä yhtiönsä rakentamista metsäteistä.

Monella yhtiöllä on myös numeerinen karttajärjestelmä. Jos siinä on merkittävästi peruskarttaa parempi kartoitustarkkuus, kannattaa harkita tiestön siirtämistä suoraan numeerisesti. Epätarkkojen aineistojen osalta on digitointi paperikopiolta yksikertaisin tapa. Valtion metsistä on metsähallituksella kartat 1:10'000-1:40'000 mittakaavoissa. Laitoksen käyttämä Gradis-UX paikkatietojärjestelmä pystyy lähiaikoina tarjoamaan tietojaan myös numeerisessa muodossa.

### **8.4 Muut tiet**

Muut yksityistiet muodostavat erittäin merkittävän osan alimman luokan tieverkosta. Useamman kiinteistön halki kulkeville teille on useimmissa tapauksissa muodostettu tienhoitokunta. Nämä tiet ovat yksityistierekisterissä ja niiden sijainti on osoitettu tavalla tai toisella Kartasto- ja tietopalvelutoimistojen kartoissa, joista ne ovat kerättävissä Tiekannan tarpeisiin.



Maatilahallitus osallistuu vuosittain noin 500 tiekilometrin rakentamisen rahoittamiseen. Se on tuntuva osa - vajaa 20% - vuosittaista tienrakentamista ja tapahtuu monena pienenä pätkänä yksittäisten mautilojen sisällä. Rahoituksen saaminen yksityistiehankkeelle edellyttää karttapiirrosta tien kulusta, joten näistäkin voisi saada kohtuullisella vaivalla aineistoa, todennäköisimmin piirroksien muodossa.

Kesämökeille rakennetaan usein mökin omistajan omalla rahoituksella autolla ajettava tie. Näiden saaminen tierekisteriin ei ole yleiseltä kannalta kovin tärkeää, koska yleensä tällaista tietä käyttää vain kyseisen lomapaikan asukas vieraineen. Omistajalle itselleen tien oleminen tietietokannassa voi kuitenkin osoittautua omaisuuden arvoiseksi, jos sattuu onnettomuus ja pelastuspalvelu pääsisi paikalle nopeammin sen tiedon ansiosta.

### **8.5 Ilma- ja satelliittikuvat**

Puolustusvoimien kolmen vuoden välein suorittama korkeakuvaus 1:60'000 mittakaavassa soveltuu tulkittavuudeltaan ja tarkkuudeltaan hyvin tiestön ajantasaistukseen. Stereokojekartoitus ei kuitenkaan ole tarkan rungon puuttuessa kilpailukykyinen karttadigitoinnin kanssa. Niin muodoin myöskään Tiekannan täydentäminen kartoituskojeella ei tule kyseeseen. Yhdellä stereomallilla on vain muutaman kymmenen minuutin ajaksi digitoitavaa. Diapositiivien teettäminen ja puolen tunnin orientointiaika rasittaisi liiaksi näitä muutamaa tiekilometriä.

Tiekannasta puuttuvien teiden digitointi pinnakkaiskopioiden suoraan tai piirtomuuntokojeen kautta täydennetyiltä paperikartoilta on kokeilemisen arvoinen vaihtoehto. SPOT-satelliittikuvia kokeiltiin perusdigitoinnissa, mutta niiden tulkittavuus ei ollut riittävä. Vanhalta peruskartalta löytyi merkittävästi enemmän oikein luokiteltua tiestöä kuin SPOT-kuvalta. Ajantasaistuksen tarkkuuskontrolliin satelliittikuvien oletetaan sopivan.

Satelliittikuvista tulkittaviin kohteisiin pätee sama kolmijako jonka Mauno Kajamaa esitti ilmakuvatulkinnasta topografisen kartan laadinnassa.<sup>34</sup>

- kohteet, joiden sijainti, laji ja laatu, siis kaikki tarpeelliset tiedot saadaan ilmakuvilta
- kohteet, joiden laadun tai lajin ja laadun selvittely vaatii maastotöitä
- kohteet, joiden kartoitus kokonaan perustuu maastotöihin.

Ensimmäiseen ryhmään ei juuri päästä satelliittikuvien avulla. Merkittävä osa tiestöstä kuuluu SPOT-kuvienkin kannalta viimeiseen ryhmään. Maastotyöhön rinnastettavissa ovat tässä yhteydessä myös muut tiedonkeruutavat, kuten esim.

<sup>34</sup> Kajamaa, 1943

suunnitelmien käyttö. Kajamaa ei tuossa yhteydessä korostanut sitä tosiasiaa, että asiakkaat vähät välittävät mihin ryhmään heidän ostamiensa karttojen kohteet kuuluvat. Jos kartta ei ole tarpeeksi luotettava, tiedontarve ratkaistaan muulla tavoin.<sup>35</sup>

### **8.6 Tietokannan ylläpito**

Pääosan Tiekannan ajantasaistuksessa ja ylläpidossa kerättävästä aineistosta oletetaan alkuvaiheessa olevan erilaisia graafisia piirroksia. Niiden numeeristaminen tapahtuu KT-toimistoissa tai maanmittaushallituksessa. Numeerisessa muodossa olevan tiedon siirrossa pyritään alusta alkaen edifact-sanomiin. Tietokannan ylläpidossa nämä vakiomuotoon muunnetut muutostiedot siirretään tietokannan osaksi siten, että kannan eheys ja virheettömyys loogisella tasolla säilyy.

### **8.7 Tietolähteet**

Tietokannan suunnasta päin tietolähteet eroavat toisistaan asiallisesti ajantasaisuuden, tarkkuusluokan ja luotettavuuden suhteen. Teknistä eroa on tiedon välitysmuodossa. Nämä erot on varsin pitkälle poistettavissa käyttämällä edifact-siirtomuotoa ja G-edis ohjelmaa. Periaatteessa ylläpitovaiheessa vastaanotetaan vain ajantasaista tietoa. Käytännössä tieto muutoksesta saadaan useimmiten jälkikäteen. Joissain tapauksissa tieto tulee ennen kuin muutos on tosiasiallisesti tapahtunut. Jälkikäteen saatu tieto on kirjattavissa ilman ongelmia tapahtuneeksi silloin kun tieto tallennetaan tietokantaan. Etukäteen tullutta tietoa ei täysin pystytä erottamaan voimassa olevista muutoksista.

---

<sup>35</sup> Tiekanta, 1991



## 9 Tiekanta-koeprojektin tulokset ja perustamisen organisointi

Tässä luvussa käydään läpi Tiekanta-koeprojektin yhteenvetona annetut toimenpidesuositukset.

### 9.1 Karttadigitointi

Tiekannan perustaminen tapahtuu karttadigitointina pääosin läänin kartasto- ja tietopalvelutoimistoissa. Osa läänin alueesta voidaan digitoida maanmittaushallituksessa. Se varmistaa aikataulun mukaisen valmistumisen ja luo jatkotyöskentelyssä tarvittavat yhteydet tukioorganisaationa toimivaan keskusvirastoon. Kussakin KTT:ssa nimetään Tiekannan vastuuhenkilöksi kartoittaja, teknikko tai insinööri. Tallennustyöhön ja Tiekantaan laajemminkin perehdytetään vähintään kaksi henkilöä. He tulevat jatkossa vastaamaan myös Tiekannan ylläpidosta ja yhteydenpidosta tienrakentajiin.

### 9.2 Ajantasallepano

Ajantasallepanovaiheessa luodaan yhteydet niihin organisaatioihin, joilta aktiivisesti tullaan pyytämään tieverkon muutostietoja. Kunnittain ja organisaatioittain on odotettavissa suurta vaihtelua niiden henkilöiden organisatorisessa asemassa, joiden kanssa yhteistyö tapahtuu. Kustakin organisaatiosta pyritään löytämään sellainen henkilö yhteistyökumppaniksi, joka todella tietää muutoksista - niin lisäyksistä kuin poistoistakin ja kerkii myös tietoja luovuttamaan. Kun peruskarttojen keski-ikä vaihtelee lääneittäin 5 ja 10 vuoden välillä, on ajantasaistustietojen keruu varsin mittava operaatio. Viiden vuoden aikana on toteutettu monta pientä tiehanketta ja kustakin on tuotettu monta suunnitelmaa. Tavoitteena on saada kopio viimeisestä suunnitelmasta, joka vastaa täydellisesti toteutunutta.

Aikamenekkiarviot ajantasallepanosta ovat puutteelliset. Työ järjestetään kunnittain siten, että jokaista kuntaa varten perustetaan oma kansio, josta löytyvät yhteistyöorganisaatioiden ja yhteyshenkilöiden tiedot. Kansioon talletetaan myös saadut suunnitelmapiirroksot peruskarttalehdittain sekä tiedot vastaanotetun numeerisen aineiston säilytyspaikasta. Ajantasallepanon tiedonkeruu voidaan aloittaa yhtä aikaa tallennustyön kanssa. Tiekantaprojektin on saavutettava yhteisymmärrys kunkin organisaation edustajien kanssa jatkuvan yhteistyön tarpeellisuudesta ja molemminpuolisesta hyödystä. Työntekijätasolla tapahtuva käytännön tiedonvaihto edellyttää esimiesten myönteistä suhtautumista ja tukea. Esimerkiksi metsäyhtiöissä on hyvä olla yhteydessä organisaation puunkuljetuksista vastaaviin henkilöihin. Sitä kautta saadaan varmasti yhtiön mailla metsäteitä rakentavat mukaan tiedonvälitysketjuun. Yhteistyöhalun ja teknisten edellytysten

kasvaessa voidaan organisaatioiden välistä tiedonvaihtoa myös ryhtyä automatisoimaan.

### **9.3 Ylläpidon organisointi**

Kun suhteet tiestöä rakentaviin organisaatioihin ovat ajantasallepanon jäljiltä kunnossa, ei vuosittain tapahtuva jaksottainen ylläpito aiheuta suurempia ongelmia. Ylläpito keskittyy pääosin loppuvuoteen. Uudet tiet valmistuvat yleensä lokakuuhun mennessä. Vuodenvaihteeseen mennessä tulee muutosten olla tallennettuina Tiekantaan. Tiedon keruulle ja digitoinnille jää aikaa marraskuu. Työnjaon puitteet KTT:n ja keskusviraston välillä sovitaan etukäteen. On perusteltua olettaa Tiekannan kohdemallin jäävän joiltain osin puutteelliseksi ensimmäisellä tallennus- ja ajantasallepanokierroksella. Käyttäjiltä saatava palaute tulee muokkaamaan tietosisältöä täydellisempään suuntaan. Näihin vaatimuksiin on varauduttava siten, että työaika on varattuna tietojen tarkistamiseen ja täydentämiseen. Ylläpitoon kuuluu myös tuotteen ominaisuuksien ylläpito markkinakysyntää vastaavana. Ylläpitoon on varattava noin puolen htv:n työaika lääninä kohden.

### **9.4 Markkinointiorganisaatio**

Markkinointiin luetaan tässä yhteydessä myynnin edistäminen, myynti ja asiakastuki. Myynnin edistäminen on aktiivista esilläoloa kaikissa sopivissa tilanteissa. Keskusviraston tehtävänä on tarjota markkinointimateriaalia esilläolon tukemiseksi. Myynnin edistäminen ei edellytä muunlaista työnjakoa, sillä se on koettava kaikkien velvollisuudeksi. Markkinointivastuun jakautuminen noudattaa Tiekannan tuotedifferentiointia.

Perustavoitteena on tuottaa markkinoille vuoden 1993 alussa Etelä-Suomesta topologisesti eheä verkkoesitys tiestöstä, jossa ominaisuutena kerrotaan tieluokka. Markkinointivastuu on KTT:llä. Kehittämistavoitteena on topologiaaltaan täydellinen liikenneverkon kuvaus, jossa kohdekohtainen ajantasallapito hallitaan tarkkuusluokan ja aikaleiman avulla. Kehittämis- ja markkinointivastuu tässä vaiheessa on mmh:lla. Eri karttat tuotteisiin johdetaan tiestö perustavoitteesta ja sellaista tietoa luovutetaan asiakkaalle ilman topologiaa vektori- tai rasterimuodossa. Johdetut tuotteet ovat kaikkien markkinoitavissa. Hinnoittelu on myyntivaiheessa keskeisin tekijä.

Mahdollisuus nettobudjetointiin valtionhallinnossa alkoi vuoden 1993 alusta. Valtiovarainministeriö on Tiekannan perustamisesta antamassaan lausunnossa edellyttänyt tuotteelta kannattavuutta ainakin pitkällä tähtäimellä. Markkinanäkymät tuntuvat antavan vaatimuksen toteuttamiselle hyvät mahdollisuudet. Valtiovarainministeriön syksyllä 1991 julkaisemassa työryhmämuistiossa 'Tietojen ja tietopalvelun hinnoittelun ja maksujen perusteet' annetaan riittävät puitteet Tiekannan hinnoittelulle: vakiohinnoittelusta voidaan antaa alennusta yhteistyökumppaneille ja tekijänoikeuskorvaus voidaan periä



myytäessä tuote kilpailijalle. Toistaiseksi hinnoittelu perustuu voimassa olevaan asetukseen maanmittaushallinnon suoritteista perittävistä maksuista.

Asiakastuki on ajantasallapitoon perustuvassa tuotteessa perinteistä markkinointia ongelmallisempaa. Myyntisopimukset on pääosin tehtävä 3-5 vuotisinä ylläpitosopimuksina. Tällaiset asiakkaat varautuvat ilman muuta vastaanottamaan uuden tietokannan tai päivitykset vanhaan tietoon ja suunnittelevat sovelluksensa siltä pohjalta. Ilman ylläpitosopimusta yksittäinen Tiekantaotteen vastaanottanut saattaa upottaa tiedon käyttämäänsä sovellukseen niin syväälle, että ajantasallepano muodostuu ylivoimaiseksi teknisesti tai taloudellisesti. Asiakastuen järjestämisen kannalta olisi suotavaa, että merkittävälle asiakkaille pystyttäisi myymään tuote ylläpitosopimuksella. Asiakastuen ja sen vaatiman asiakasrekisterin ylläpidon takia ylläpitosopimukset hoidetaan keskitetysti kunnes palvelutietokanta on kokonaisuudessaan hajautettu KT-toimistoihin. Kartastoasian neuvottelukunnan käynnistämän tietietoryhmän muistiosta annetuissa lausunnoissa vuoden 1991 alussa suositeltiin lähes yksimielisesti tieverkkotietokannan pikaista perustamista.

## 10 Tie<sup>2</sup>, Tiekanta-koeprojektin jatko projekti

Tässä luvussa käydään läpi Tiekanta-koeprojektin mukaan tehtyjen päätösten perusteella toteutettu Tie<sup>2</sup>-projekti, jonka tavoitteena oli saada aikaan koko valtakunnan kattava tietietokanta. Tie<sup>2</sup>-projektiä seurataan siihen asti, kun koko maan tieaineisto oli ensimmäisen kerran saatu kattavaksi alkuvuodesta 1994. Tällöin tiestön ajantasaisuusaste oli vuoden 1993 alun tasalla.

Tie<sup>2</sup>-projektista selvitetään toteutuneet tiedonkeruumenetelmät, tieverkon rakenne maastotietojärjestelmässä, tiedonkeruuorganisaatio, palvelutietokannassa käytetty tietokantaratkaisu, maastotietojärjestelmän ja palvelutietokannan yhteys ja yhteydet muihin numeerisiin tieaineistoa kuvaaviin tietokantoihin.

Tie<sup>2</sup>-projektista pyritään hakemaan vastaukset case-tutkimusmetodologiassa määriteltyihin päätöksentekoa koskeviin kysymyksiin *miten tehtyjä päätöksiä sovellettiin käytäntöön sekä miten päätöksenteon soveltamisessa onnistuttiin*. Niiltä osin, kuin tavoitteet eivät toteutuneet, pyritään selvittämään syitä ongelmiin.<sup>36</sup>

### 10.1 Taustaa

Tie<sup>2</sup>-projekti aloitettiin Tiekanta-koeprojektin päättyttyä vuoden 1992 alussa. Sen tarkoituksena oli rakentaa valtakunnanlaajuinen, kaikki autolla ajettavat tiet käsittävä tietietokanta koeprojektissa saatujen kokemusten ja niiden pohjalta tehtyjen päätösten perusteella. Syntyvän vakiotuotteen nimeksi tulisi Tiekanta.

Koeprojektin tulosten perusteella Tiekannan tiedonkeruu päätettiin perustamisvaiheessa suorittaa maanmittauslaitoksen omalla Maagis-ohjelmistolla pöytädigitointina pääasiassa painetuilta 1:20000 peruskartoilta. Tätä päätöstä voitiin perustella menetelmän nopeudella, kohtuullisen ajantasaisen painetun aineiston olemassa ololla ja helpolla saatavuudella sekä sillä, että ohjelmisto oli jo tuttu maanmittauslaitoksen piirissä.

Tiekannan tuotteistamiseen, myytävän numeerisen tieaineiston valmistamiseen, Maagis ei tarjonnut riittäviä ominaisuuksia, joten kaupallisen GIS-ohjelmiston hankkiminen oli välttämätöntä. Tarjouskierroksen perusteella päädyttiin Arc/Info -ohjelmistoon, jolla Maagiksella kerätyt tieaineistot muutettiin vakiotuotteen vaatimaan muotoon.

Tiedonkeruu hajautettiin läänien Kartasto- ja tietopalvelutoimistoihin siten, että läänin yksikkö vastasi oman vastuualueensa (ei sama kuin lääninraja) tiestön keruusta kuitenkin siten, että peruskartat-yksikkö maanmittaushallituksessa Pasilassa sai tehtäväkseen osan joidenkin läänien vastuualueista.

<sup>36</sup> Yin, 1989



## 10.2 Tie<sup>2</sup>-tiedonkeruu

Tiekannan perustamisvaiheen tiedonkeruu suoritettiin Maagis-ohjelmistoon tehdyllä Maastotietojärjestelmä (MTJ) -sovelluksella. Myös Tiekannan päivittäminen tapahtuu MTJ:n kautta. Tämä tallennustapa on tarkoituksenmukainen paitsi siksi, että ohjelmisto, laitteet ja osaaminen ovat maanmittauslaitoksen piirissä jo olemassa, myös siksi, että siten Tiekannan tiedonkeruu saadaan saumattomasti osaksi MTJ:n tiedonkeruuta. Tiekannan tiestö voidaan, niiltä osin kuin se täyttää MTJ:n laatuvaatimukset, käyttää suoraan hyödyksi MTJ:n tiedonkeruussa. Ja sitä mukaa kun MTJ:n A-laatuluo-kan stereokartoituksella tehty tiestö valmistuu, sillä voidaan päivittää Tiekannan epätarkempia, pöytädigitointina kerättyjä aineistoja.

Maastotietojärjestelmän maastotietojen keruu-, ajantasaistus- ja yleistysohje sanoo laatu- luokista seuraavaa: "Laatumallin mukaan maastotiedot jaetaan laatu- luokkiin A ja B. Laatu- luokassa A on osalle maastotiedoista annettu tiukemmat sijaintitieto- vaatimukset kuin luokassa B. Muiden kuin sijaintitietovaatimusten osalta molempien laatu- luokkien laatuvaatimukset ovat samat. Mikäli maastotiedot eivät täytä edes laatu- luokan B vaatimuksia, niitä ei voida hyväksyä maastotietokantaan." Nykyään, kesällä 1995, on käytössä myös laatu- luokka C, jonka vaatimukset täyttävää aineistoa voidaan käyttää 1:50000 mittakaavaisen maastokartan aineistoksi. 1:10000 mittakaavassa digitoitu aineisto täyttää laatu- luokan B vaatimukset, 1:20000 mittakaavassa digitoitu aineisto menee laatu- luokkaan C.

## 10.3 Tieverkon rakenne

Yleisenä tietotyyppinä tie on viivamainen kohde, joka muodostuu viivan alkupisteestä, välipisteistä ja loppupisteestä. Viivalla on viivamaisen kohteen geometriset ominaisuudet. Viivan ominaisuuksia ovat:

- Kulikutapa: murtoviiva tai käyrä
- Näkyvyys: näkyvä tai näkymätön
- Osallistuminen aluejakoon: kyllä tai ei
- Todellisuus: todellinen tai tietokannan reunaviiva
- Kartografinen luokka: käytetään kuvaustekniikan aikaansaamiseen alueiden reunaviivoissa

Viivan maastotietokantaan tallentuvat tiedot ovat:

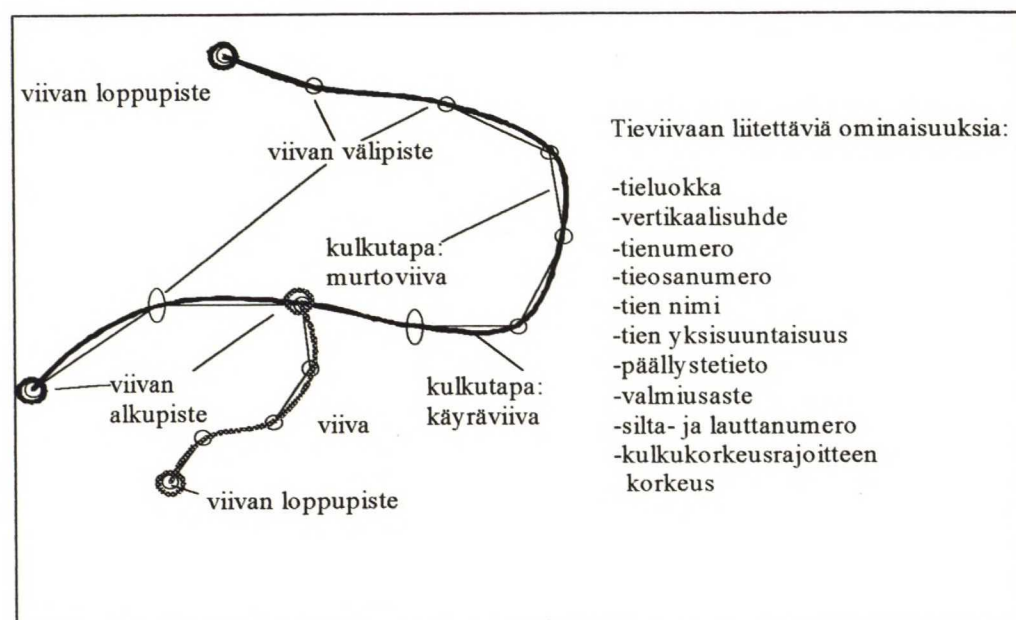
- Viivan alkupisteen piste
- Viivan välipisteen piste: kaikki muut viivan tallennetut pisteet, paitsi alkupiste ja loppupiste
- Viivan loppupisteen piste
- Viivan interpolointitapa: osoittaa, kuinka moneen pisteen avulla kerrallaan käyrän viivan kulku määritetään
- Viivan korkeuskoordinaatti
- Viivan tasosijaintitarkkuus

Autotie, joista tieverkko koostuu, on tie tai katu, jota kunnossapidetään ajoneuvoliikennettä varten. Autotie tallennetaan tien keskiviivana. Moottoritien tai muun kaksiajorataisen tien ajotadat tallennetaan kumpikin erikseen. Autotien yksisuuntainen ajorata tallennetaan liikenteen kulkusuunnan mukaisesti, muussa tapauksessa tallennussuunta on vapaasti valittavissa.

Autotiet muodostavat yhdessä kevytväylien kanssa jatkuvan johdonmukaisen ja eheän kulkuyhteysverkoston. Autotie on aina solmutettava tien haara- tai risteyskohdassa. Tien jatkuvuus on säilytettävä myös tien kulkiessa piha- tai muun alueen läpi. Viivan kulkutapa autotietä tallennettaessa on yleensä käyrä.

Tallennettaessa määritetään autotien luokka. Tien osat, joissa tie kulkee pinnalla, pinnan yllä (silta) tai pinnan alla (tunneli), erotetaan toisistaan. Lisäksi määritetään autotien päällystetieto, mahdollinen yksisuuntaisuus ja valmiusaste sekä alikulun kulkukorkeusrajoitteen korkeus. Tielaitoksen ylläpitämien teiden osalta määritetään autotien tienumero ja tieosanumero sekä lautta- ja siltanumerot.<sup>37</sup>

Tieverkon rakenne on kuvattu kuvassa 5.



**Kuva 5: Tieverkon rakenne**

#### 10.4 Tiedonkeruun organisointi

Tietietokannan tiedonkeruu hajautettiin läänien kartasto- ja tietopalvelutoimistojen tehtäväksi. Kunkin läänin yksikön vastuualue tietiedon keräämisessä oli kartastotehtävissä määritelty kartastotehtävien vastuualue, joka noudattaa suurin

<sup>37</sup> Maanmittauslaitos, 1994



piirtein lääninrajaa siten, että vastuualue koostuu kokonaisista tai vähintäänkin puolikkaista yleislehtiä 1:100 000 lehdistä. Läänien resurssipulaa helpottamaan Pasilassa toimiva peruskartat-yksikkö sai tehtäväkseen osan läänien vastuualueista. Tiekannan tiedonkeruuseen osallistuneet yksiköt ja niiden vastuualueet on esitetty taulukossa 10.

**Taulukko 10: Tiekannan tekijät**

Yksikkö	Vastuualue
Maanmittaushallitus / peruskartat	Osia Uudenmaan, Mikkelin, Kymen, Vaasan, Oulun, Lapin, Pohjois-karjalan sekä Turun ja Porin lääneistä
Uudenmaan KTT	Uudenmaan lääni
Hämeenlinnan KTT	Hämeen lääni
Turun KTT	Turun ja Porin lääni, Ahvenanmaa
Kouvolan KTT	Kymen lääni
Seinäjoen kartastoyksikkö	Vaasan lääni
Jyväskylän KTT	Keski-Suomen lääni
Joensuun KTT	Pohjois-karjalan lääni
Oulun KTT	Oulun lääni
Mikkelin KTT	Mikkelin lääni
Rovaniemen KTT	Lapin lääni

Kussakin kartasto- ja tietopalvelutoimistossa nimettiin vastuuhenkilö vastaamaan tiekannan tiedonkeruusta kohdemallin mukaisesti ja määrittyssä aikataulussa. Vastuuhenkilön tehtävä oli huolehtia työnohjauksesta, tiedonkeruussa tarvittavien materiaalien saatavuudesta sekä toimia yhteyshenkilönä Pasilaan päin. Vastuuhenkilö oli toisissa yksiköissä kartastopäällikkö, toisissa esimerkiksi MTJ-tukihenkilöksi nimetty kartoittaja tai teknikko. Pasilan päässä oli myös yhteyshenkilö (tämän työn tekijä), joka piti yllä indeksiä tietiedon tallennustilanteesta, oli yhteydessä läänien yksiköihin ja toimi ikäänkuin linkkinä läänien ja maanmittaushallituksen välillä. Tässä asemassa toimiminen toi tekijälle case-tutkimusmetodologiassa tarvittavaa tuntumaa projektin etenemiseen ja syihin, jotka tuntuivat vaikuttavan projektin menestykseen.

Tietietokannan tiedonkeruuseen käytettävissä olleet henkilö- ja laiteresurssit vaihtelivat suuresti yksiköittäin. Huonoimmassa tapauksessa käytettäväksi asetettiin yksi henkilö ja laite, ja työtä tehtiin silloin kun muilta töiltä ehdittiin.

Parhaassa tapauksessa tallennusta tehtiin kahden tai kolmen työntekijän voimin kahdessa vuorossa. Resurssien vaihtelu yksiköittäin oli kuitenkin varsin luonnollista, sillä tehtävän työn määrän, laitteiden ja henkilötyövoiman suhde ei ole aivan sama kaikissa läänien yksiköissä. Lisäksi tuntui siltä, että toisinaan tietietokannan tiedonkeruuseen panostukseen vaikuttivat yksikön päällikön suhtautuminen Tiekanta-projektiin sekä henkilöiden väliset suhteet. Yksi ongelmatekijä yksiköiden sitoutumisessa Tiekannan tiedonkeruuseen oli se, että Tiekanta ei ollut vuonna 1993 laitoksen tulosmatriiseissa mukana. Siitä johtuen yksiköiden päälliköt helposti priorisoivat muita töitä, joilla saatiin yksikölle aikaan virallisesti noteerattavaa tulosta.

Pääasiallinen tietolähde tietietokannan perustamisvaiheen tiedonkeruussa olivat painetut peruskartat 1:20000 mittakaavassa. Näistä saatiin aina kulloisenkin peruskarttalehden kartoitusajankohtaa vastaava tiestö. Muita käytettyjä tietoaaineistoja olivat 1:10 000 -mittakaavaiset peruskartan mustan painovärin painoelementit, yksityistierekisterikartat, kaavan pohjakartat (ajantasakaavat), kantanakartat sekä eri tienrakentajien tiesuunnitelmakartat. Jo olemassa olevia numeerisia tieaineistoja käytettiin mahdollisuuksien mukaan.

Tiestön perusgeometria kerättiin siis enimmäkseen 1:20 000 -mittakaavaisilta peruskartoilta tai jossain tapauksessa 1:10 000 -mittakaavaisilta peruskartan paino-originaaleilta. Tällöin kerätyn tiestön ajantasaisuus oli kulloisenkin peruskarttalehden kartoitusajankohdan tasalla. Vuoden 1993 loppuun mennessä kerättävän tieaineiston ajantasaisuushetkeksi etenkin tienumeroinnin osalta määrättiin vuoden 1993 alun tilanne. Sama ajantasaisuustilanne, vaikkakaan ei tuorein mahdollinen saavutettavissa oleva, mahdollistaa eräajotyypisesti toteutettavan ajantasaistuksen. Tietyn hetken jälkeen tulleet muutokset voidaan tallentaa erityisiin päivitystietokantoihin, joista taas voidaan ajaa päivitys alkuperäiseen aineistoon. Jos alkuperäinen aineisto ei kaikilta osin ole samalla ajantasalla, tulee automaattisessa ajantasaistuksessa ongelmia.

Yksityistierekisterikarttoja, ajantasakaavoja, kantanakarttoja sekä eri tienrakentajien tiesuunnitelmakarttoja käytettiin peruskartoilta digitoitujen teiden, jotka pahimmassa tapauksessa olivat 1970-luvulla kartoitettuja, kattavuuden parantamiseen sekä ajantasaisuuden saattamiseen halutulle, 1993 alun tasalle.

### ***10.5 Tie<sup>2</sup>-projektin tavoitteiden toteutuminen***

Tiekannan perustamisvaiheen tiedonkeruun piti olla valmiina vuoden 1993 loppuun mennessä. Perustamisvaiheen jälkeen tieaineisto oli tarkoitus viedä Maastotietojärjestelmästä Arc/Info-ohjelmistolla toteutettuun Tiestön Palvelutietokantaan. Projektin aikana tieaineiston attribuuttitiedolle asetettavat vaatimuksen elivät jatkuvasti, lopulta vaadittava taso käsitti ensi vaiheessa tieluokituksen lisäksi vain teiden vertikaalisuhteen (pinnalla/pinnan alla/pinnan yläpuolella), tielaitoksen tie- ja tieosavälien numeroinnin sekä joitain



kulkukorkeusrajoituksia. Tienumerointi oli välttämätöntä kerätä, jotta yhteys tielaitoksen Tierekisteriin saatiin syntymään.

Tietiedon keräämisen eri vaiheet voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen, riippuen kunkin yksikön tavasta kerätä tietoa:

- Perustiedonkeruu; digitointi kartoilta
- Ajantasaistaminen; muun, tuoreemman ja kattavuutta lisäävän aineiston käyttö
- Ominaisuustietojen liittäminen tiestöön

Jotkut yksiköistä tekivät työn juuri edellä mainitussa järjestyksessä, jolloin ominaisuustietojen liittäminen tiestöön oli oma, erillinen työvaiheensa. Joissain yksiköissä taas ominaisuustiedot tallennettiin perusdigitoinnin yhteydessä. Yksi syy tähän oli se, että yksiköt aloittivat tietiedon tallentamisen eri aikoina, ja projektin vaatimukset kerättävän tiedon suhteen eivät olleet vakiintuneet. Toinen syy oli se, että asiakkaaksi saatu metsäyhtiö oli tilannut puunhankintapiiriensä tiestön, joka käsittää suurimman osan Etelä-Suomen tiestöstä, omien puutavarakuljetusten optimointisovellustensa pohjaksi, ja tällä toimituksella alkoi olla kiire. Sen vuoksi ko. tilauksen piiriin kuuluvalla alueella tehtiin tiestön tiedonkeruuta nopeutetulla aikataululla, ja koska asiakas ei niitä vaatinut, muut kuin tieluokitukseen liittyvät attribuuttitiedot jätettiin ensi vaiheessa pois työn nopeuttamiseksi.

#### **10.6 Aikataulun toteutuminen**

Elokuun lopulla 1993 lähetettiin kaikkiin Tiekannan tiedonkeruuta tekeviin yksiköihin kysely, jossa pyydettiin lähettämään selvitys Tiekannan tiedonkeruun tilanteesta ja ennakoidusta valmistumisaikataulusta. Kysely lähetettiin sähköpostin muodossa, maanmittauslaitoksen tiedonvälityksestä suuri osa tapahtuu VMS-mailin välityksellä. Vastaukset tulivat enimmäkseen myös sähköpostina, joissain tapauksissa postitse tai telefaxin välityksellä. Kysely lähetettiin, jotta saataisiin kokonaiskuva Tiekannan tilanteesta ja siten perusteet erityistoimiin niillä alueilla, joilla mahdollisesti oltaisiin pahasti myöhässä aikataulusta. Kyselyn palautteen mukainen tiedonkeruun tilannearvio on esitetty taulukossa 11.

**Taulukko 11: Tiekannan tiedonkeruun tilanne 9-93**

<b>Yksikkö</b> * = Peruskartat-yksikkö vastaa osasta aluetta	<b>Tilannearvio + kommentteja</b>	<b>Tiestön attribuuttisisältö</b>
Uudenmaan KTT	Valmistunee aikataulussa. Koko alue siirrettävissä olemassaolevista tai valmistuvista topo50- ja mtj-tietokannoista.	1-4 ?
Hämeenlinnan KTT	Arvioitu valmistumisajankohta 31.11.	1-4, 6-9, 11
Turun KTT	Tilattu alue 30.9. ja loput 30.11. mennessä	1-4, 8, 9, 11
Kouvolan KTT *	Valmis 29.10. mennessä	1-4, 6-12
Seinäjoen kartastoyksikkö	Valmis 15.10. mennessä	1-4, 6-9, 11
Jyväskylän KTT	Tilattu alue valmis lokakuussa, koko alueen valmistuminen 1994 puolella. Henkilöresursseista pulaa.	1-4, (6)
Joensuun KTT *	Valmis 19.11. mennessä	1-4, 6, 7
Oulun KTT *	Digitoitu vuoden loppuun mennessä, ajantasaistusta ei luvata	1-4 ?
Mikkelin KTT *	Valmistuu 31.10. mennessä	1-12
Kuopion KTT	Digitointi valmistuu 31.10. mennessä, ajantasaistus kestää ainakin vuoden loppuun	1-4, 6
Rovaniemen KTT *	Valmistunee aikataulussa	1-4 ?
Ominaisuustiedot: 1. Tieluokka 2. Vertikaalisuhde 3. Tiennumero 4. Tieosanumero 5. Yksisuuntaisuus 6. Päälystetieto 7. Valmiusaste 8. Siltanumero 9. Lauttanumero 10. Kulkukelpoisuusrajoite 11. Autoliikennealueet 12. Esterakennelmat 13. Tien nimet		? = attribuuttisisältöä ei mainittu palautteessa



Tiekannan tiedonkeruutilanne näytti siis tässä vaiheessa siltä, että aineisto ei olisi kattavasti kerättyä vielä vuoden 1993 loppuun mennessä. Näin kävikin, viimeisen yksikön ajantasaistetut tieaineistot toimitettiin Pasilaan vasta huhtikuussa 1994. Yksikön tieaineiston aineistopäivämäärä, joka ilmaisee aineiston ajantasaisuuden, olikin sitten sitä siirrettäessä jo huhtikuun 1994 ajantasalla, mikä oli ongelmallista sikäli, että automaattisesti vuosittain päivitettävän aineiston pitäisi olla kauttaaltaan samalla ajantasalla. Koska muutenkaan aineiston ajantasaisuus ei ollut joka läänissä aivan samalla tasolla, määritettiin myöhemmin uudeksi perustusvaiheen ajantasaisuushetkeksi vuoden 1994 lopun tilanne.

**Taulukko 12: Aineiston ajantasaisuus elokuussa 1994, poimittu arc/infon frequency-komennolla saadusta tieviivoille annetut ominaisuudet käsittävästä listasta**

Yksikkö	Tieaineiston aineistopvm	viivojen lukumäärä *1000
Uusimaa	1.1.1993	118
	1.1.1994	24
Turku	1.1.1993	90
	1.1.1994	177
Hämeenlinna	1.1.1993	113
	1.1.1994	125
Kouvola	1.1.1993	129
Mikkeli	1.1.1993	132
Jyväskylä	1.1.1993	21
	1.1.1994	147
Kuopio	1.1.1993	150
Joensuu	1.1.1993	146
	1.1.1994	0,015
Oulu	1.1.1993	1,8
	1.1.1994	214
Rovaniemi	1.1.1994	138
Seinäjoki	1.1.1993	103
	1.1.1994	11
Peruskartat, Helsinki	1.1.1993	57
	1.1.1993	54

Taulukosta nähdään, että tieaineiston ajantasaisuus vaihteli varsin epätasaisesti otoksen ajankohtana kuitenkin siten, että aineistopäivämäärä on joko 1.1.1993 tai 1.1.1994. Huomattakoon, että tässä vaiheessa (elokuu 1994) ei oltu tehty keskitettyä ajantasaistamista tieaineistoon. Alunperin oli tarkoitus, että perustamisvaiheessa tiestö ajantasaistettaisiin vuoden 1993 alun tasalle. Sataprosenttisesti tästä on pitänyt kiinni vain kolme yksikköä. Syy linjasta lipsumiseen lienee siinä, että yksiköiden vastuuhenkilöt eivät ole nähneet tilannetta palvelutietokannan kannalta, vaan omalta kannaltaan, jonka mukaan nähtävästi aineisto on sitä parempaa, mitä tuoreempaa. Näin yleisesti ottaen onkin, mutta perustamisvaiheen jälkeisen tietokannan homogeenisuuden kannalta olisi ollut parempi, että koko aineisto olisi samalla ajantasalla.

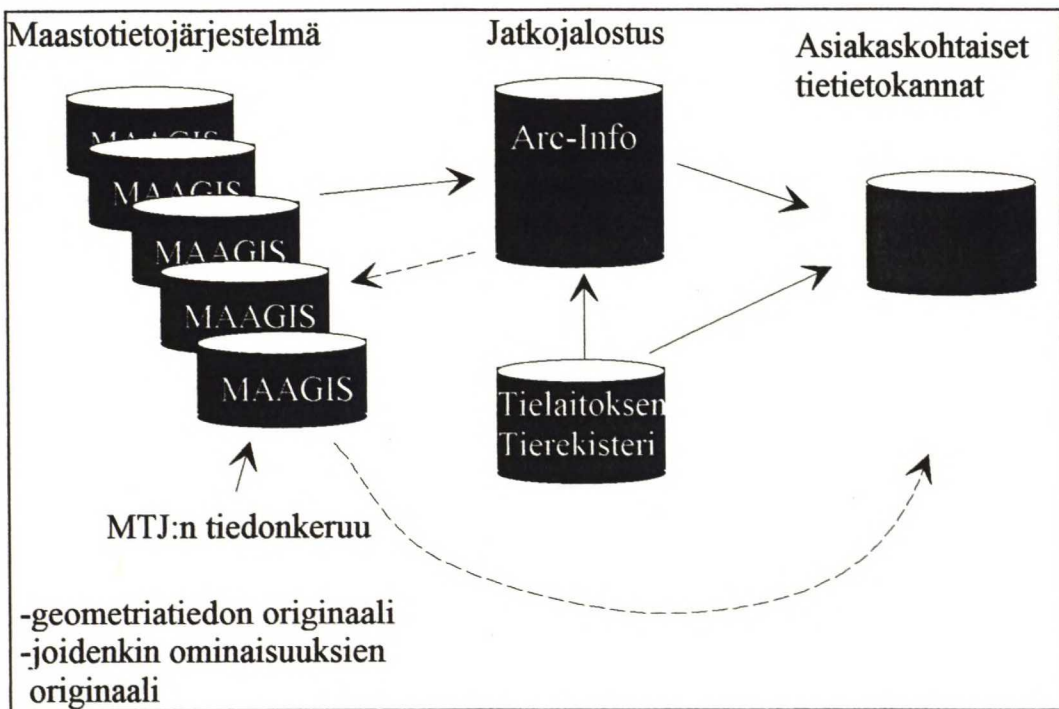
Tämän otoksen jälkeen todettiin tilanne, ja katsottiin että päästään vähemmällä kun uudeksi ajantasaisuushetkeksi määrätään alkuvuosi 1994, etenkin kun Tiekannan valmistumisaikataulu muutenkin oli venynyt alkuperäisestä. Toisaalta tämä muutos aiheutti suhteessa eniten lisätöitä niille yksiköille, jotka olivat toimineet niin kuin pitikin toimia.



## 11 Tiestön palvelutietokanta

Maagis-ympäristössä käytettävä Maastotietojärjestelmä ei tarjoa riittäviä ominaisuuksia Tiekannan tuotteistamiseen, vaan tiestön palvelutietokannan muodostamista varten hankittiin Arc/Info-ohjelmisto. Syy Maastotietojärjestelmän riittämättömyyteen tässä on yhtäältä se, että Maagis ei pysty tuottamaan yleisimpiä dataformaatteja, joita potentiaaliset asiakkaat haluavat. Toisaalta Maastotietojärjestelmä ei mahdollista linkkejä ulkopuolisiin tietoaineistoihin, kuten Tierekisteriin.

Maagis-ympäristössä Maastotietojärjestelmä-sovelluksella hajautetulla organisaatiolla kerätty tiedata muodostaa Tiekannan geometrian ja joidenkin ominaisuustietojen originaalin, josta ne kopioidaan Pasilaan keskitettyyn palvelutietokantaan ja päivitetään tietyin väliajoin. Maastotietojärjestelmän ja Tiekannan yhteys on esitetty kuvassa 6.



**Kuva 6: Maastotietojärjestelmän ja Tiekannan yhteys**

Tärkeimmät ominaisuustiedot palvelutietokannan ja siihen liitettävien muiden numeeristen aineistojen kannalta ovat

- tieluokka,
- tiennumero,
- tieosanumero,

- siltanumero,
- lossi- ja lauttanumero sekä
- tien vertikaalisuhde.

Tieluokka kertoo tien kulkukelpoisuuden, tie- ja tieosanumero sekä lautta- ja lossinumerot luovat tielaitoksen Tierekisteriin linkin, jonka avulla Tierekisterin ominaisuustiedot saadaan paikannettua Tiekannan tiegeometriaan. Tien vertikaalisuhde kertoo, onko tie maan pinnalla vai sen ylä- tai alapuolella.

### **11.1 Sovellusympäristö**

Tiestön palvelutietokanta on rakennettu Unix-ympäristössä toimivaan Arc-Info-ohjelmistoon. Laitoksen kartantoimittamisessa käyttämät VAX/VMS -työasemat eivät sopineet ohjelmiston senhetkisten versioiden alustaksi. Sitä varten hankittiin Unix-palvelin, johon liitettiin X-päätteitä työntekijöiden henkilökohtaisiksi työkaluiksi.

### **11.2 Tietokantarakenne**

Maastotietojärjestelmä-sovelluksella Maagis-ympäristössä kerätty tiedata siihen liittyvine ominaisuuksineen siirretään tiedonkeruun valmistuttua verkkoa pitkin siirtotiedostoina ARC/INFO-ympäristöön. Tiedata kerätään peruskarttalehdittäin, jolloin tietokantayksikkönä on  $10 \times 10 \text{ km}^2$  maastossa vastaava alue. Jokainen karttalehti sisältää tiegeometrian lisäksi attribuuttitiedostot viivamaisille, pistemäisille ja tekstikohteille.

ARC/INFO-ympäristössä tieaineisto tallennetaan 11 tietokantaan, joista kukin käsittää yhden läänin alueen tiestön. Näin ollen sekä aineiston tallennusyksikkö (peruskarttalehti/lääni) että raja-alue (lehtijako/läänijako) poikkeavat toisistaan melkoisesti.

Peruskarttalehtien välinen reunanvertailu tehdään Maastotietojärjestelmässä, joten siirretyn tiestön pitäisi valmiiksi muodostaa katkeamattomia reittejä. Käytännössä kuitenkin tieverkon eheyttä on jouduttu tarkistamaan Arc/Info-ympäristössä.

Arc-Info-tietokannassa on erilliset tasot (coverages) viivamaisille ja pistemäisille kohteille. Viivoihin liittyvät ominaisuudet on esitetty taulukossa 13.



**Taulukko 13: Viivakohteiden ominaisuudet tietietokannassa**

-tunniste geometria- ja ominaisuustiedon yhteenliittämiseksi
-maanmittauslaitoksen tieluokitus
-tielaitoksen tienumero
-tielaitoksen tien osavälin numero
-tien valmiusaste
-vapaa alkukukorkeus, kulkukorkeusrajoitteen korkeus
-tielaitoksen tieluokka (valtatie, kantatie,...)
-yksisuuntaisuus
-pintamateriaali (päällystetty / päällystämätön)
-siltanumero
-lautta- ja lossinumero
-tien nimi
-vertikaalinen tarkkuusluokka
-horisontaalinen tarkkuusluokka
-aineistopäivämäärä
-tallennuspäivämäärä

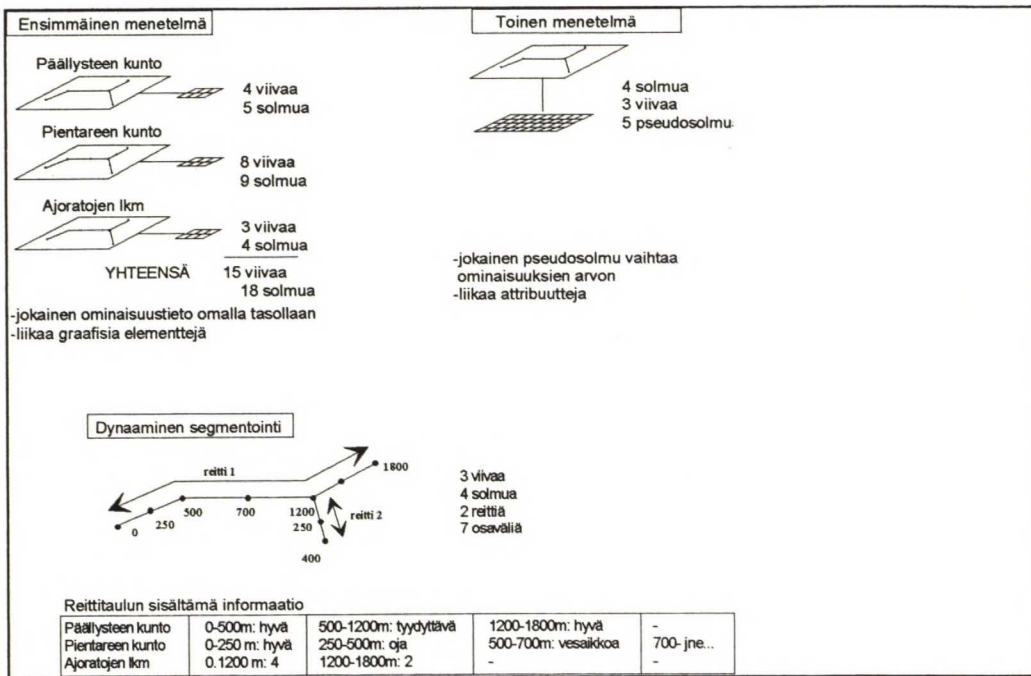
Pistetasolla (point coverage) esiintyvät kohteet ovat esimerkiksi maatalousliittymiä, puomeja, levähdyspaikkoja jne.

**11.3 Yhteydet muihin tietojärjestelmiin**

Tiekannan aineistoon on tällä hetkellä mahdollista liittää tielaitoksen Tierekisterin ominaisuustietoja. Liittämistä ei ole vielä automatisoitu, vaan se vaatii kohtalaisen määrän vuorovaikutteisesti tehtävää työtä. Tierekisteriaineisto saadaan tielaitokselta tekstitiedostona, joka sisältää tienumeron ja tieosanumeron liitântätietona reittijärjestelmän reittitauluun. Reittijärjestelmä perustuu Arc/Infon dynaamisen segmentoinnin tietomalliin. Tiekannassa reittijärjestelmää käytetään mahdollista-

maan tielaitoksen Tierekisteriaineiston liittäminen systeemiin. Tiedatan keräys-vaiheessa Maagis-ympäristössä tieviivojen ominaisuuksiksi tallennetaan tienumerot ja tieosanumerot tielaitoksen numeroinnin mukaisesti. Tiedon siirrossa Maagiksesta Arc/Info-karttatasolle teiden numerointitieto siirtyy tieviivojen ominaisuustietoina attribuuttitauluihin.

Dynaaminen segmentointi on tekniikka, jonka avulla voidaan määritellä abstrakti viivaelementti, jolla on halutut alku- ja loppupiste (reitti) sekä liittää ominaisuustietoa haluttuihin viivoihin tai osaväleihin reitin varrella. Dynaamisen segmentoinnin periaate on esitetty kuvassa 7.<sup>38</sup>



**Kuva 7: Dynaamisen segmentoinnin ja kahden perinteisemmän tiedontallennustavan vertailu**

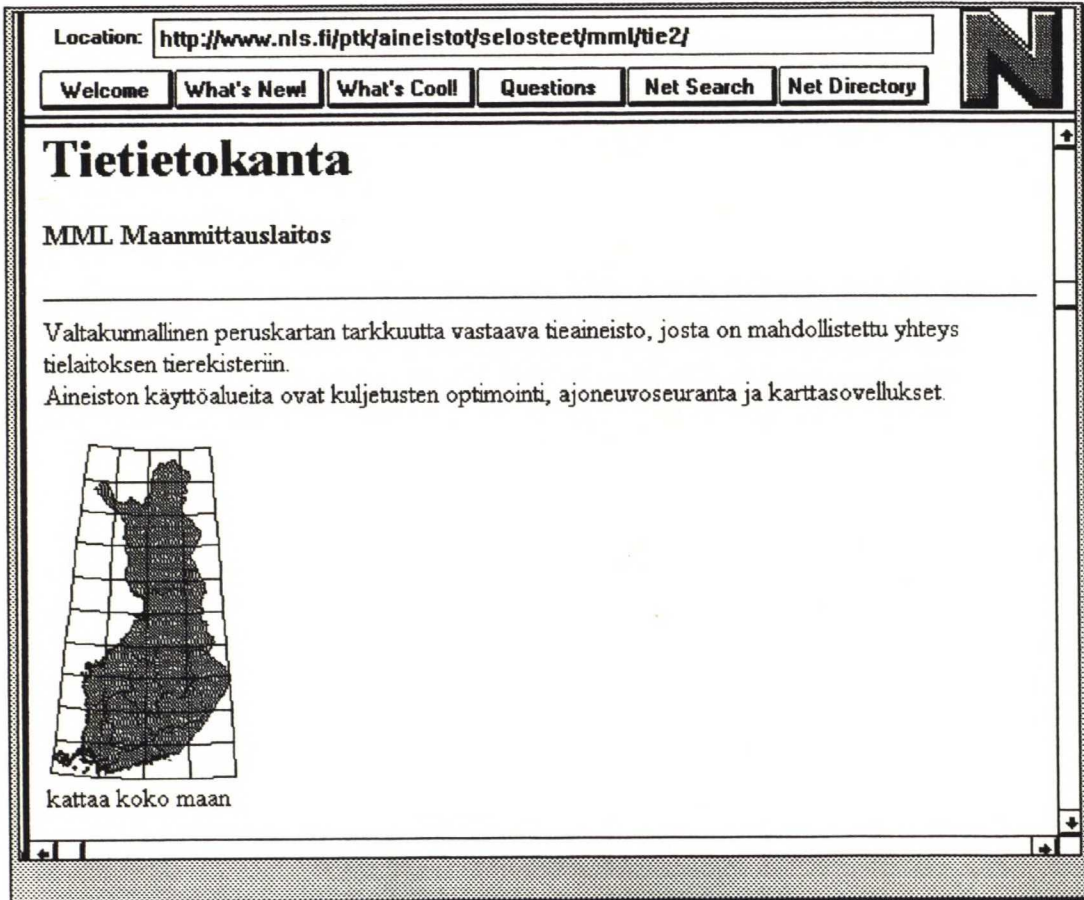
Dynaamisessa segmentoinnissa käytetään apuna yksidimensioisia mittoja, kuten kilometripaaluja. Tästä on etuna se, että ominaisuustiedon linkittäminen ei ole riippuvaista tieverkon fyysisistä viivaelementeistä, joten osavälejä voidaan muuttaa miten halutaan ominaisuustiedon siitä kärsimättä. Ominaisuustiedot ovat irrallaan geometriatiedosta ja ne voidaan tallentaa omaan, erilliseen tietokantaansa.

Paikkatietojen yhteiskäytössä Tiekanta on mukana yhtenä maanmittauslaitoksen numeerisena kartta-aineistona. Paikkatietoimuri-ohjelma on vielä syksyllä 1995 kokeilukäytössä, eikä todellista käyttöä ole vielä paljon ollut. Periaatteessa kuitenkin Tiekanta-aineistosta voidaan tehdä hakukysely esimerkiksi aluerajauksella, ja saada aineisto puhelinverkkoa pitkin omalle tietokoneelle.

<sup>38</sup> Holsmuller, 1992



Laskutus tapahtuu siirrettävän aineiston määrän perusteella, joten tietoliikenneyhteyden nopeus ei tässä tapauksessa vaikuta tiedon hintaan. Tiekannan esittelysivu maanmittauslaitoksen paikkatietojen yhteiskäytön WWW-sivulla on esitetty kuvassa 8.



**Kuva 8: Tietietokannan esittelysivu World Wide Webissä paikkatietojen yhteiskäytön yhteydessä**

### 11.4 Nykytilanne

Tiekannan tiedonkeruu on tätä kirjoitettaessa suoritettu loppuun kertaalleen koko valtakunnan alueelta. Suurin osa tiestöstä on kerätty pöytädigitointina jolloin sijainnin epävarmuus on +/-20 metriä. Maastotietojärjestelmän tiedonkeruun yhteydessä stereokartoituksella kerätty tiestö korvaa epätarkemman aineiston sitä mukaa kuin sitä valmistuu. Stereokartoituksella kerätyn tiestön sijainnin epävarmuus on +/- 2m. Sen lisäksi, että tiestön tarkkuusluokitus paranee pikkuhiljaa, työtä teettää ominaisuustietojen täydentäminen, tiestön geometrian parantaminen lähinnä topologisten riippuvuuksien osalta sekä selkeiden digitointivirheiden korjailu.

Syksyyn 1995 asti tieaineisto oli Arc/Info-ympäristössä tallennettu 11 erilliseen tietokantaan, kunkin pitäessä sisällään yhden läänin tieaineiston. Nyt on käytössä Arc/Info version 7 mukana tullut Librarian-tiedonhallinta, joka mahdollistaa koko maan tieaineiston pitämisen yhdessä tietokannassa. Koko tietokannan koko on noin 1 gigatavu.

Tieverkkotietokannasta käytetyistä nimityksistä Tiekanta ja Tiestön palvelutietokanta ollaan luopumassa. Virallinen nimi Suomen tarkimmalle valtakunnanlaajuiselle tieverkkotietokannalle on Tietietokanta.



## 12 Muita valtakunnanlaajuisia tieverkkotietokantoja

Tässä luvussa kerrotaan lyhyesti kahdesta muusta valtakunnanlaajuisesta tieverkkotietokannasta, Norjassa toteutetusta VBASE:sta sekä Karttakeskuksen Suomen Tiestöstä, sekä verrataan niitä Tietietokantaan.

### 12.1 VBASE, *Norjan National digital vegdatabase*

Statens Kartverk aloitti numeeristen tuotantotekniikoiden käytön 1980-luvulla. Jo varhaisessa vaiheessa esitettiin ajatus liikenneverkkoon liittyvien tietojen keräämisestä yhteen teematietokantaan. Vuonna 1990 perustettiin työryhmä kehittämään suunnitelmia tällaisen tietokannan perustamiseksi. Työryhmässä oli edustajat Statens vegveseniltä (tielaitos), Statens kartverkiltä (karttalaitos) sekä yksityiseltä Viak a/s -nimiseltä yritykseltä, joka johti työryhmää. Projekti antoi raporttinsa helmikuussa 1991. Raportin johtopäätösten ja toimenpidesuosittelujen perusteella aloitettiin yhteistyö vegvesenin ja kartverkin välillä valtakunnallisen tieverkkotietokannan, Vegdatabasen (VBASE) perustamiseksi.

Numeerisen tieverkkotiedon käyttäjäryhmät ovat Norjassa jokseenkin samat kuin Suomessakin, perinteisestä kartanvalmistuksesta uusiin käyttäjäryhmiin kuten metsäyhtiöiden kuljetusten hallinta.

Norjassa lähdettiin kuitenkin liikkeelle hieman eri lähtökohdista kuin Suomessa. Heidän tarkoituksenaan oli perustaa alusta asti alle  $\pm 2\text{m}$  tarkkuusluokkaa oleva tieverkkotietokanta. Tämä sitten palvelisi esimerkiksi kartanvalmistusta tarkan numeerisen tieaineiston muodossa. Valmiita numeerisia aineistoja Norjassa oli noin  $50\,000\text{ km}^2$  alueelta. Se oli 1:50 000 -mittakaavaisen kartan tarpeisiin tehtyä dataa, jonka tarkkuus oli  $\pm 5\text{m}$  luokkaa. Tämäkin suunniteltiin päivitettäväksi tarkemmalla datalla.

Suomessa taas lähdettiin liikkeelle olemassa olevista numeerisista ja painetuista aineistoista. Näin saatiin kohtuullisen nopeasti aikaan kattava, noin 20 metrin tarkkuuteen yltävä tieaineisto, joka sinällään riittäisi useimpiin käyttötarkoituksiin. Tätä tieaineistoa taas päivitetään  $\pm 2\text{m}$  tarkkuusluokkaa olevalla Maastotietojärjestelmän stereokartoituksella kerätyllä aineistolla.

Tieaineiston täydennys ja ajantasallapito tapahtuu yleisten teiden osalta Norjan tielaitoksen toimesta sekä yksityisten teiden osalta ja vielä kokonaan kartoittamattomilla alueilla yksityisen yrityksen toimesta Differentiaalisen GPS-mittauksen avulla. Satelliittimittauksen jaksokatkojen varalle mittausautoon on asennettu inertiamittauslaitteet. Suomessa DGPS-mittausta kokeiltiin Tiekanta-koeprojektin aikana, mutta sen käytännön suorituskyky todettiin silloin liian huonoksi.

Vuoden 1992 puolivälissä VBASE kattoi 140 kunnan alueen Norjan kaikkiaan 450 kunnasta. Koko maan tiestön odotettiin olevan numeerisessa muodossa vuoden 1994 aikana. Huhtikuussa 1994 valmiina tai työn alla oli 286 kunnan alue Norjan

kaikkiaan noin 450 kunnasta. Tietävästi aineisto ei vielä syksyllä 1995 ole täysin kattava.<sup>39,40</sup>

## 12.2 Karttakeskuksen Suomen Tiestö

Karttakeskus on osapuilleen samalla aikataululla kuin maanmittauslaitos toteuttanut oman, valtakunnanlaajuisen tietietokantansa. Karttakeskuksen tietietokanta perustuu haja-asutusalueilla 1:200 000 -mittakaavaisen GT-kartan tiestöön. Taajama-alueilla, joissa tarkkuusvaatimus on suurempi, on käytetty lähtöaineistona suurikaavaisia, yleensä 1:5 000 -mittakaavaisia karttoja, jotka on saatu kaupungeilta sopimuspohjaisesti.

Miksi sitten Suomessa on tehty samaan aikaan kaksi päällisin puolin samanlaista numeerista tietoa-aineistoa? Yksi syy on kilpailu, numeerisille tieaineistoille on kysyntää ja aineiston tuottajat luonnollisesti pyrkivät tyydyttämään asiakkaiden tarpeita ja saamaan siitä taloudellista hyötyä.

Toisaalta Tietietokanta ja Suomen tiestö eivät kilpaile täysin samoista asiakkaista. On myös asiakkaita, jotka ovat ostaneet molemmat aineistot, esimerkkinä tässä työssä mainittu metsäyhtiö.

Suurin ero Tietietokannan ja Suomen tiestön välillä on aineiston sijaintitarkkuus. Suomen Tiestön sijaintitarkkuus on GT-karttaan perustuvilla alueilla 50-100 metriä, johtuen lähtöaineiston pienen mittakaavan lisäksi yleistyksestä sekä rungon paikoittaisesta epätarkkuudesta. Tietietokannan sijaintitarkkuus on huonoimmillaankin luokkaa 20 metriä, ja stereodigitointina saatavan aineiston valmistumisen myötä tarkkuus tulee olemaan kauttaaltaan luokkaa 2 metriä. Suomen Tiestön taajamien tarkkuus on samaa luokkaa. Tietietokanta on tarkin koko Suomen kattava tieverkkotietokanta.

Aineistojen tarkkuus on jokseenkin suhteessa lähtöaineiston mittakaavaan. Tarkempi aineisto lisää datan määrää ja asettaa suuremmat vaatimukset käytettävälle laitteistolle, mikä on yksi merkittävä erottava tekijä Tietietokannan ja Suomen Tiestön välillä.

Nykyisellään Suomen Tiestön ylläpito-organisaatio on lakkautettu, ja senkin päivitykset tehtäneen Maastotietojärjestelmän ja muiden tiedon tuottajien välityksellä. Lisäksi tietokonelaitteistot kehittyvät koko ajan, joten paljon dataa sisältävän, tarkan Tietietokannan käyttö ei tule olemaan ongelma asiakkaille.<sup>41</sup>

---

<sup>39</sup> Kihle, 1992

<sup>40</sup> toim. Berhardsen, 1991

<sup>41</sup> Harju, 1992



### 13 Johtopäätöksiä ja toimenpidesuosituksia

Tässä luvussa esitetään johtopäätöksiä projektin onnistumiseen vaikuttaneista tekijöistä sekä toimenpidesuosituksia havaittujen ongelmatilanteiden eliminoinniseksi vastaavissa projekteissa tulevaisuudessa. Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset perustuvat tekijän henkilökohtaisiin kokemuksiin projektin aikana. Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset on esitetty taulukossa 14.

**Taulukko 14: Johtopäätöksiä ja toimenpidesuosituksia**

Johtopäätös	Toimenpidesuositus
Hajautetussa organisaatiossa eri osayksiköiden sitoutuminen projektiin on vaihtelevaa, mikä aiheuttaa huomattavia eroja työn intensiteetissä.	Osayksiköt pitää saada kokemaan, että projekti on oma projekti. Ei pidä jaella käskyjä keskusvirastosta maakuntiin, vaan antaa yksiköiden osallistua, tai ainakin kokea osallistuvansa päätöksentekoon.  Projektin pitää olla vähintään yhtä palkitseva kuin muut tehtävät työt. Tässä tapauksessa projektin puuttuminen tulostmatriisista vähensi sitoutumista ja resursseja projektilta.
Resurssien vähyys viivytti projektin valmistumista. Eräissä yksiköissä yhden työntekijän sairastuminen saattoi pysäyttää koko tiedonkeruun.	Projektille pitää etukäteen laskea tarvittavat resurssit, ja niistä on pystyttävä pitämään kiinni myös poikkeustapauksissa, kuten lomien aikana ja sairaustapauksissa.
Tiedonkeruun koordinoinnista vastaava henkilö (tämän työn tekijä) ei ollut mukana päätöksenteossa, mikä aiheutti toisinaan ongelmia tiedonkeruun koordinoinnissa.	Projektissa mukana olevat henkilöt pitäisi ottaa mahdollisimman alkuvaiheessa mukaan päätöksentekoon, jotta he pääsisivät sisälle projektiin ja tuntisivat sen taustat ja tavoitteet jo ennen varsinaiseen työhön ryhtymistä.
Tiedonkeruun tavoitetaso vaihteli, mikä aiheutti hämmennystä sekä tiedon kerääjissä että koordinoinnista vastaavissa henkilöissä	Olisi hyvä pystyä päättämään jo ennen tiedonkeruun alottamista, mikä on se taso, millä tiedot kerätään. Aineisto olisi alusta alkaen homogeenista, ja välttyttäisiin paikkailuilta jälkikäteen. Jos muutoksia tehdään, niistä tulee tiedottaa tehokkaasti ja välittömästi kaikille

	asianosaisille.
Tavoitteissa määritelty valmistumisaikataulu ei pitänyt, koska se oli epärealistisen tiukka. Toisaalta eräät yksiköt aloittivat tiedonkeruun selkeästi liian myöhään tajuumatta, millainen urakka tietiedon keruu on.	Aikataulu olisi määriteltävä sellaiseksi, että sen toteutuminen olisi realistista. Jos aikataulu näyttää alusta alkaen toivottomalta, motivaatio vähenee. Myös työmäärän arviointi oikein ja työn oikea aikataulutus olisi tärkeää.
Hajautetussa organisaatioissa osayksiköiden välinen yhteistyö oli toisinaan vaikeasti koordinoitavaa.	Pitäisi alusta lähtien olla selvää, mistä osa-alueesta yksiköt vastaavat itse.
Läänien yksiköistä siirretty tiegeometria oli usein laadultaan heikkoa. Aineistoa jouduttiin lähettämään korjailtavaksi mm. puuttuneiden reunanvertailujen vuoksi. Usein ei tajuttu, että tieverkon pitää muodostaa eheä, katkeamaton verkko.	Pitäisi alusta asti painottaa osayksiköiden omaa vastuuta tuotettavan aineiston laadusta. Pitää myös kertoa selkeästi, miksi joku tietty ominaisuus on tärkeä kokonaisuudelle. Työntekijöitä pitäisi kouluttaa niin, että paikkatietotekniikan perusteet olisivat hallinnassa. Kun työn tekijät itse ymmärtävät, miksi joku asia on tärkeä, heillä on suurempi motivaatio asian tekemiseen mahdollisimman hyvin.



## 14 Yhteenveto

Tässä luvussa esitettävät näkemykset perustuvat työn tekijän omakohtaisiin kokemuksiin Tietietokannan perustamisen eri vaiheista.

Valtakunnanlaajuisen, täysin kattavan tietietokannan perustaminen on ollut varsin mittava urakka. Vuonna 1995 Suomi on ainoa pohjoismaa, jossa on valmiina kattava  $\pm 10$  m tarkkuusluokkaa oleva numeerinen tieverkkotietokanta. Suomessa tiestöä on kaiken kaikkiaan yli 300 000 km, joista lähes 100 000 km on yleisiä teitä. Numeerisena tästä määrästä oli vain murto-osa, ja sekään ei ole helposti hyödynnettävissä. Helpompaa oli numeeristaa lähes kaikki alusta lähtien uudelleen. Taajamissa voitiin joissain paikoissa hyödyntää suurikaavaista numeerista tieaineistoa, mutta se ei muodostanut merkittävää osaa tiestöstä eikä varsinaisesti nopeuttanut tai helpottanut tiedonkeruuta. Tavoite olikin saada parempaa laatua kuin pöytädigitoinnilla.

Tiedonkeruuorganisaation suurin ongelma oli sen hajanaisuus. Vaikka sähköinen viestintä onkin maanmittauslaitoksessa tehokkaassa käytössä, on tiedonkeruu 11 eri yksikössä eri puolilla Suomea vaikeahkosti hallittava prosessi. Yksiköiden sitoutuminen Tietietokanta-projektiin vaihteli suuresti, mikä osaltaan vaikutti projektiin asetettuihin laite- ja henkilöresursseihin. Toki resurssit eivät muutenkaan olleet jakautuneet aivan tasan eri yksiköihin, esimerkiksi työntekijöiden määrä työasemaa kohti saattoi olla hyvinkin erilainen eri yksiköissä. Yksi projektiin sitoutumista vähentänyt tekijä varmasti oli se, että Tietietokanta ei perustamisen alkuvaiheessa ollut mukana laitoksen tulostamatiiseissa, joiden avulla yksiköiden saavuttamaa tulosta mitattiin. Tässä valossa ymmärtää hyvin, että jotkut yksiköiden päälliköt saattoivat pitää tieaineiston keruuta turhana työnä.

Lisäksi välillä tuntui, että joissain yksiköissä ei haluttu ottaa ohjeita vastaan keskusvirastosta päin, vaan haluttiin toimia oman näkemyksen ja mielipiteen mukaan. Toisaalta voi olla, että joskus kyseessä oli puhdas väärinkäsitys. Eräs yksikkö keräsi tietokantaan itsepintaisesti ajopolut, jotka oli jätetty pois Tiekkannan kohdeluokituksesta. Syynä oli, että he pitivät ajopolkuja oleellisena osana tieverkkoa. Toisessa yksikössä taas tieto kerättiin 1:10 000 paino-originaaleilta ja aluerajaus laitettiin jostain syystä kulkemaan läänin rajaa pitkin peruskarttalehden neljänneksen kokoisissa ruuduissa. Kun muut läänit keräsivät tietoa 1:20 000 mittakaavassa yksikkönä kokonainen peruskarttalehti ja aluerajauksena kartastotoimen vastualuejako, jäi aineistoon läänin rajaseudulle useita  $5 \times 5$  km<sup>2</sup> kokoisia aukkoja, jotka huomattiin vasta kun tehtiin tarkistustulosteita koko maan aineistosta.

Tiedonkeruun koordinointi oli jonkun verran ongelmallista mm. edellisessä kappaleessa mainituista syistä. Lisäongelmia tuotti se, että parhaiten asioista perillä

olevat ja viimeisimmän tiedon omaavat henkilöt eivät olleet samoja, jotka käytännössä yrittivät koordinoita tiedonkeruuta ja neuvoa ongelmatilanteissa. Omalle kohdalleni sattuneet muutkin projektit maanmittauslaitoksessa ovat usein olleet samalla tavalla ongelmallisia. Henkilöt, jotka päättävät projektin suuntaviivoista eivät käytännössä osallistu toteutukseen tai sen koordinointiin. Toisinpäin asian voisi ilmaista siten, että projektin käytännön toteuttaja tai koordinoija ei useinkaan ole mukana suunnittelemassa projektia. Tosin usein on kyseessä projekti, joka kehittyy edetessään, ja lopullisen tuotteen muoto ei ole täysin selvillä käytännön toteutuksen jo ollessa hyvässä vauhdissa.

Kysymys voi myös olla vastuunjaosta. Itse en juurikaan kokenut olevani vastuussa projektin toteutumisesta, vaikka olinkin monessa mukana. Jos vastuuta ei selväsanaisesti anneta, sitä on vaikea itse ottaakaan. Koko ajan on tunne, että ei oikein voi sanoa mitään varmasti, vaan pitää tarkistaa joltain joka tietää asiasta enemmän. Lisäksi joissain yksiköissä oli vastuuhenkilöinä Tietietokanta-projektin johtoryhmässä istuneita ihmisiä. On varsin ymmärrettävää, että asetelma tuntuu hieman nurinkuriselta.

Perustamisvaiheen tiedonkeruussa aiheutti hämmennystä ja viiveitä myös se, että tiedonkeruuhjeet muuttuivat projektin aikana. Mikkelin läänissä tehdyn koeprojektin aikana tietokantojen tiedonkeruuyksikkönä pidettiin kuntajakoa. Yhdessä tietokannassa oli siis yhden kunnan tiestö. Kun sitten päätettiin, että tietiedon kerääminen tulee tapahtumaan MTJ-sovelluksen avulla ja osana MTJ-tiedonkeruuta, tietokantayksiköksi tuli peruskarttalehti ( $10 \times 10 \text{ km}^2$ ) tai peruskarttalehden neljännes ( $5 \times 5 \text{ km}^2$ ). Kuntajakoon kerätyt tieaineistot piti luonnollisesti muuntaa peruskarttalehtijakoon, jotta aineisto olisi homogeeninen.

Muuten ohjeet muuttuivat eniten kerättävien ominaisuuksien osalta. Tähän oli suurena syynä asiakkaaksi saadun metsäyhtiön tekemä tilaus, jonka käsittämän alueen tiestö piti kerätä varsin tiukalla aikataululla. Aikataulussa pysymisen mahdollistamiseksi tiedonkeruuta nopeutettiin näiltä osin vähentämällä kerättäviä ominaisuustietoja. Kokonaisuuden kannalta tämä oli jonkun verran häiritsevää, koska puuttuvat ominaisuustiedot kuitenkin piti liittää aineistoon myöhemmin.

Läänien yksiköt joutuivat myös tekemään keskenään yhteistyötä, sillä kaikkien karttatiedostojen reunalle osuvat tieviivat pitää verrata ja pakottaa yhteen, jotta tieverkko muodostaisi katkeamattoman loogisen verkon. Läänien vastuualueiden rajoilla tämä tarkoitti, että rajalle osuvat tieaineistot kopioitiin toiseen yksiköistä, reunat verrattiin ja aineisto palautettiin sen keränneeseen yksikköön. Tämän yhteistyön koordinointi oli välillä ongelmallista, kun oli epäselvyyttä siitä, kenen vastuulla reunanvertailun tekeminen oli.



## Lähdeluettelo

Aronoff Stan; Geographic Information Systems, A Management Perspective; Kanada 1989

Artimo Kirsi; The Bridge Between Cartographic and Geographic Information Systems; artikkeli julkaistu kirjassa Cartographic and Geographic Information Systems; USA 1994

Berhardsen Tor (toim.); VBASE-projekt, sluttrapport; Kartverket; Norja 1991

Byman, Peter; Differentiaalinen GPS ajoneuvopaikannuksessa; kartografian erikoistyö; Espoo 1990

Eisenhardt, Kathleen M.; Building Theories from Case Study Research; artikkeli lehdessä Academy of Management Review; USA 1989

Goodchild, Michael F. & Kemp, Karen K.(toim.); Application Issues In GIS; NCGIA Core Curriculum; National Center for Geographic Information and Analysis; USA 1990

Harju Erkki-Sakari; Suomen Tiestö; Karttakeskus, Helsinki 1992

Holsmuller, Kuipers, Uiterwijk; Gis in transportation & traffic; A Dutch example; Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat; Hollanti 1992

Kajamaa, Mauno; Topografisen kartoituksen perusteista erityisesti Suomen oloja silmälläpitäen; maanmittaushallituksen julkaisuja n:o 32; Helsinki 1943

Karttatilanne 1.1.1993; Maanmittaushallituksen esite; Helsinki 1993

Kihle K.; Nasjonal digital vegdatabase; artikkeli lehdessä Kart og plan 1-92; Norja 1992

Kylén, B. (toim.); Nordisk Kvantif, Delrapport 2; Digitalkartans ekonomi; Helsinki 1987

Maastotietojen keruu-, ajantasaistus- ja yleistysohje; maanmittauslaitos, Helsinki 1994

Nordisk Kvantif II, toim. Cepro Ab; Economics of Geographic Information; Organizational Impact of Technological Change in the Road Gis Case; the National Board of Survey; Helsinki 1990

Olkkonen Tauno; Johdatus teollisuustalouden tutkimustyöhön; Teknillinen korkeakoulu / teollisuustalous / työpsykologia julkaisu nro 152; Otaniemi 1993

Tiekanta-koeprojektin loppuraportti, maanmittaushallitus, Helsinki 1991

Uusitalo, Hannu; Tiede, tutkimus ja tutkielma - johdatus tutkielman maailmaan; Juva 1991

Wells, David (päätoim.); Canadian GPS Associates; Guide to GPS Positioning; Kanada 1986

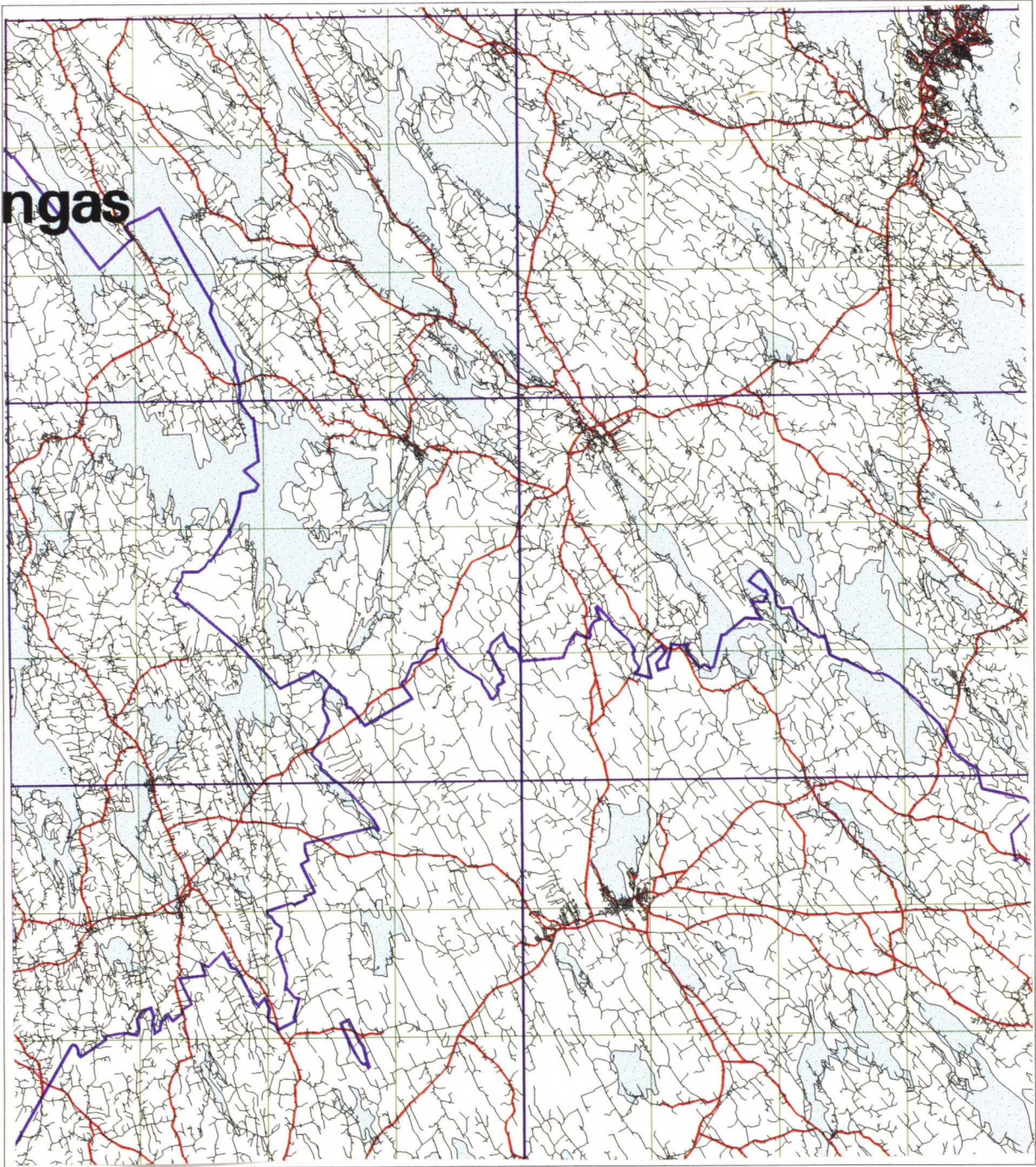
Yin, Robert K.; Case Study Research, Design and Methods; USA 1989

## Liiteluettelo

- Liite 1. Tietietokannan vektoriaineistoa
- Liite 2. Tietietokannan tiestön määrä metreissä / maanmittaustoimiston toimialue
- Liite 3. Tiestön määrä metreissä tieluokittain

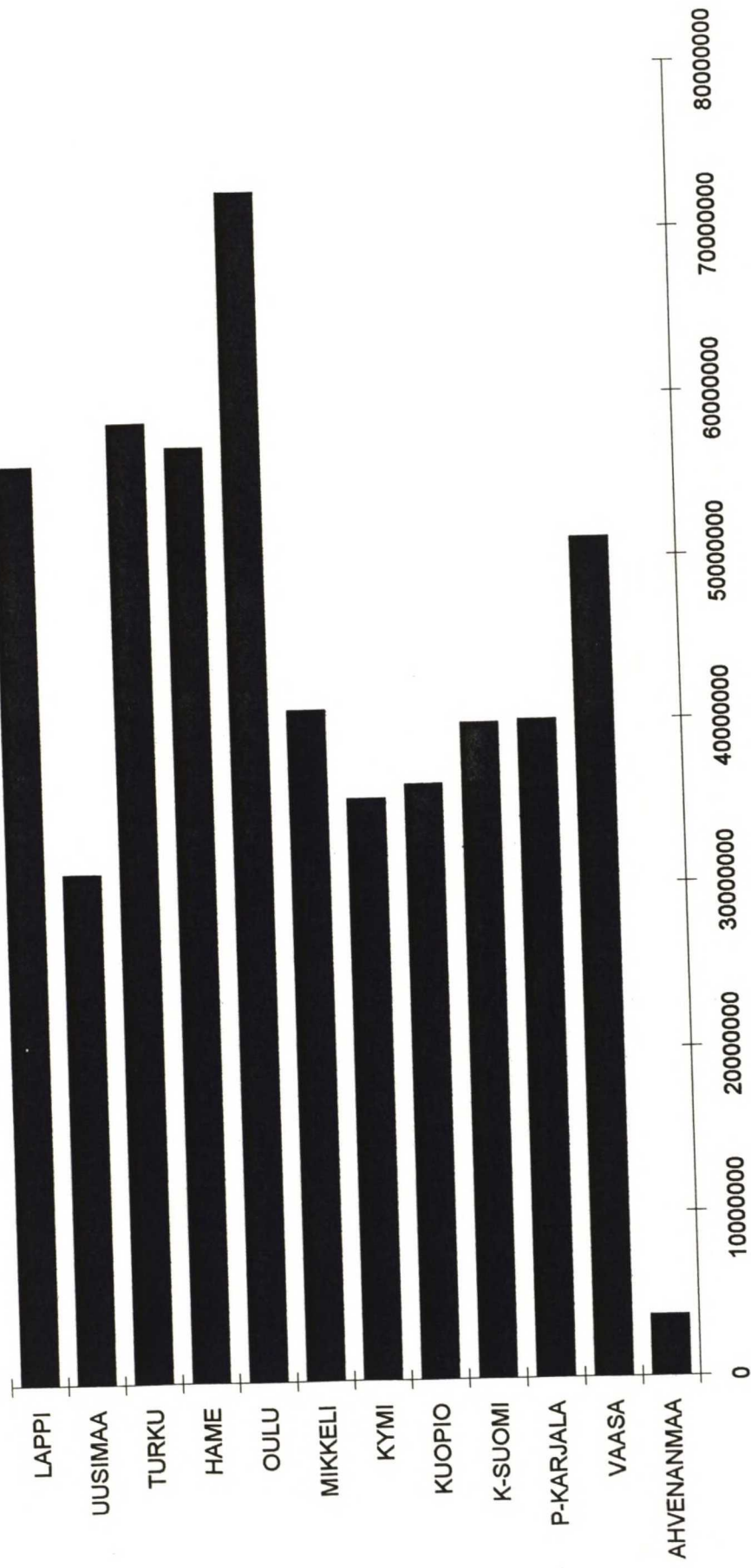


Tietietokannan vektoriaineistoa, mittakaava 1:500000



10 km

Tiekannan tiestön määrä metreissä / maanmittaustoimiston toimialue





Tiestön määrä metreissä tieluokittain

